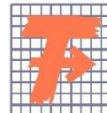


**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

# TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

## FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: N3108 Průmyslový Management

Studijní obor: 3106T014 - 081 Produktový management - strojírenství

### **ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBY OZUBENÝCH KOL 3 – 5 RYCHLOSTI PRO PŘEVODOVKU MQ 200 VE ŠKODĚ AUTO A.S, MLADÁ BOLESLAV**

### **THE IMPROVEMENT OF PRODUCTION GEARWHEEL 3 – 5 SPEED DRIVE FOR TRANSMISION MQ 200 WITHIN SKODA AUTO A.S. IN MLADÁ BOLESLAV**

Bc. David Radušek

KHT – 159

**Vedoucí diplomové práce:** Ing. Štěpánka Dvořáčková Ph.D.

**Konzultant:** Ing. Pavel Šimek

**Rozsah práce:**

Počet stran textu ...68

Počet obrázků .....58

Počet tabulek.....12

Počet grafů.....5

Počet stran příloh...11

Zadání diplomové práce

(vložit

orig



## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená *diplomová* práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 29. 11. 2012

.....

Podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí této diplomové práce paní Ing. Štěpánce Dvořáčkové Ph.D. a konzultantovi Ing. Pavlovi Šimkovi za cenné rady a připomínky při jejím zpracování

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

**ANOTACE**

Diplomová práce se zabývá zefektivněním výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav. Hlavním úkolem je provést časovou analýzu vytíženosti pracovníků a navrhnou vhodná opatření k zvýšení produktivity práce.

**KLÍČOVÁ SLOVA:**

Převodovka MQ 200

Zvýšení produktivity

Automatizace výroby

Materiálový tok

Ergonomie práce

Časová studie

**ANNOTATION**

This diploma thesis deals with streamlining production gears 3-5 speed transmission MQ 200 within Skoda Auto a.s. in Mlada Boleslav. The main task is to perform a time analysis of the utilization of workers and suggest suitable measures to increase labor produktivity

**KEY WORDS:**

Transmission MQ 200

Increase of productivity

Automatization of production

Material flow

Ergonomics

Time study

# Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

## Obsah

1. Úvod .....	9
2. Shrnutí poznatků o výrobě .....	11
2.1. Historie Škoda Auto a.s. ....	11
2.2. Historie výroby převodovek MQ 200 .....	12
2.3. Konstrukce převodovky MQ 200 .....	14
2.4. Popis vývoje převodovky MQ 200 .....	19
3. Analýza stávajícího stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 ...	21
3.1. Výroba ozubených kol 3 – 5 rychlosti .....	22
3.2. Výrobní operace.....	23
3.2.1. Výrobní operace číslo 5 a 10 .....	24
3.2.2. Výrobní operace číslo 45 .....	25
3.2.3. Výrobní operace číslo 70.....	26
3.2.4. Výrobní operace číslo 72 .....	27
3.2.5. Výrobní operace číslo 80.....	28
3.2.6. Výrobní operace 90 - 110 .....	29
3.2.7. Výrobní operace 130.....	30
3.2.8. Výrobní operace 150.....	30
3.2.9. Taktové srovnání soustružnických strojů a přehled obráběcích nástrojů .....	32
3.3. Současný layout pracoviště a personální obsazení .....	33
4. Experimentální část .....	35
4.1. Produktivita.....	35
4.2. Měření časových hodnot.....	36
4.3. Způsob měření a hodnocení výsledků .....	39
4.4. Vyhodnocení naměřených hodnot .....	40
5. Vlastní řešení - návrh řešení pro zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200. ....	44
5.1. Analýza současného stavu .....	44
5.2. Opatření .....	48
5.2.1. Rozbor opatření A.....	48
5.2.1.1. Provedené úpravy opatření A .....	49
5.2.2. Rozbor opatření B.....	50
5.2.2.1. Provedené úpravy opatření B.....	51
5.3. Popis výrobního střediska po aplikaci daných opatření .....	59
5.4. Ekonomické hledisko.....	61
6. Diskuze navrhovaného řešení a porovnání se současným stavem .....	64
7. Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků a vyvození závěrů. ....	68
Seznam použité literatury .....	69
Internetové zdroj.....	69
Seznam příloh .....	70
Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů .....	71



**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

**Seznam použitých symbolů a zkratek**

02T 311 129	Výrobní číslo kola 4. rychlostního stupně
02T 311 145	Výrobní číslo kola 5. rychlostního stupně
02T 311 291	Výrobní číslo kola 3. rychlostního stupně
A	Označení vozidel nižší střední třídy
CNC	Počítačem řízený stroj
HTP	3 - válcový zážehový motor 1.2 l
Kg	jednotka hmotnosti
KMS	Kontrolní měrové středisko
KPO	Kontrolní plán operace
kW	jednotka výkonu
M2	Výrobní hala komponentů převodovky MQ 200
M6	Montážní hala převodovky MQ 200
MQ 200	Převodovka pro přenos krouticího momentu do 200 Nm
Nm	jednotka momentu síly
NS 2143	Nákladové středisko kol 3 - 5 rychlosti
NS 2144	Nákladové středisko chemicko - tepelného zpracování
Obr.	Obrázek
OHV	Typ ventilového rozvodu motoru
Op.	Operace
PV 3349	Norma zbytkových nečistot
Tab.	Tabulka
TL 4121	Norma označující polotovary
TP	Technologický postup
TPM	Autonomní údržba
TSI	4 - válcový přeplňovaný zážehový motor 1.2 l
VA	Výroba agregátu
VW	Volkswagen

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

### **1. Úvod**

Vzhledem k rostoucí konkurenci schopnosti v automobilovém průmyslu je čím dál více za potřebí za stejné náklady zvyšovat kvalitu a výbavu vyráběných automobilů. Jen díky tomu si lze udržet dostatečný počet zákazníků umožňující rozvoj firmy a jejího produktového portfolia. V současné době, kdy se celý průmyslový svět úspěšně zotavuje z hospodářské krize je pro budoucí přežití velmi důležité zachytit rostoucí trend výroby a prodeje v automobilovém průmyslu a na této vlně se pokud možno udržet s cílem navýšení objemu prodeje a zvýšení zisků.

Hlavním měřítkem zákazníků při uvažované koupi nového automobilu hraje především cena, proto automobilové společnosti hledají možnosti a opatření k jejímu snížení. Jedním ze způsobů jak tohoto efektu docílit je snížení výrobních nákladů. Další možností je neustálé zlepšování procesů výroby, snižování výrobních časů a tím zvyšování produktivity práce.

Předkládaná diplomová práce se zabývá časovou studií a návrhy řešení za účelem zefektivnění výroby ozubených kol 3 – 5 rychlosti převodovky MQ 200 ve firmě Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav.

Význam diplomové práce je rozvrhnout opatření vedoucí k rovnoměrnému vytížení operátorů ve výrobním středisku 2143, které se zabývá výrobou komponentů převodovky MQ 200. Účel práce je zachování či zlepšením ergonomie, materiálového toku a tím minimalizovat ztrátové časy. Veškerá opatření musí mít návratnost investic do dvou let.

Požadavkem zadavatele je zvýšení produktivity nejméně o 10% oproti současnému stavu výroby ozubených kol 3 – 5 rychlosti převodovky MQ 200.

Diplomová práce je rozdělena do části teoretické a experimentální. Úvodní teoretická část popisuje výrobu agregátů ve společnosti Škoda Auto a.s. Mladá Boleslav, dále konstrukci a princip vývoje převodovky MQ 200.

V další části se nachází popis jednotlivých výrobních operací výroby ozubených kol 3 - 5 rychlosti převodovky MQ 200.

Experimentální část je tvořena popisem metodiky časové studie použité při analýze výrobního střediska. Analýza spočívá v měření časů operátorů a následným vyhodnocením.

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

Zjištěné hodnoty jsou zapsány do přehledných tabulek a zobrazeny v grafech. Po analýze těchto hodnot jsou navrženy opatření s cílem zvýšení produktivity. Vše je doprovázeno komentářem.

Materiály pro zpracování diplomové práce byly získány z několika různých zdrojů.

V teoretické a experimentální části bylo čerpáno z odborných internetových stránek zabývajících se touto problematikou a odborné literatury. Konkrétní výčet je uveden v seznamu použité literatury.

Zdrojem praktických informací a analytických dat je dlouhodobý pracovní poměr v oddělení výroby převodovky ve Škoda - Auto a.s. Mladá Boleslav, kde zastávám funkci Specialisty optimalizace převodovek.

Dalšími potřebnými a cennými zdroji informací byly interní materiály společnosti Škoda Auto a.s.

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

## 2. Shrnutí poznatků o výrobě

### 2.1. Historie Škoda Auto a.s.

Před časy závodu Škoda Auto a.s Mladá Boleslav předcházela firma Laurin & Klement, která byla založena roku 1895. Kde začali vyrábět jízdní kola pod značkou Slávia. Výroba a prodej se brzy rozšířily tak, že v roce 1898 postavili oba podnikatelé vlastní malou továrnu. Hlavními osobnostmi byli knihkupec a prodejce kol Václav Klement a strojní zámečník Václav Laurin.

Roku 1899 zahájili výrobu motocyklů Laurin & Klement. Od roku 1905 začali také vyrábět automobily. Jako prvním automobilem byla Voituretta obr. 2.1 s dvouválcovým motorem o objemu 1005 cm<sup>3</sup>. V období roku 1907 došlo k rozšíření závodu, přeměně firmy na akciovou společnost a byla zrušena

V roce 1912 byla k firmě L&K připojena liberecká automobilka RAF. Dále získána licence na výrobu dalších typů motorů. Kromě osobních automobilů nejrůznějších kategorií vyráběla firma autobusy, nákladní vozy, motorové pluhy a stacionární motory.

V letech 1925 byla firma Laurin & Klement začleněna do Škodových závodů a nové automobily nesly značku Škoda. [6]

Roku 1930 se produkce automobilů v rámci koncernu Škoda opět rozdělila. Vznikla samostatná Akciová společnost pro automobilový průmysl.

Této společnosti se po odeznění světové hospodářské krize opět podařilo uspět na mezinárodním automobilovém trhu. Tento vývoj však brzy přerušila 2. světová válka, která ochromila civilní program a výrobu zaměřila na vojenské potřeby. Škoda se stala součástí německého koncernu Hermann - Göring – Werke a musela se plně orientovat na válečnou výrobu.

Pro vývoj agregátů byl přelomovým rok 1964, kdy se rozběhla produkce nového vozu s motorem vzadu – řady MB. Blok jeho čtyřválcového motoru OHV o objemu 988 cm<sup>3</sup> byl vyráběn jako první v Evropě metodou tlakového lití hliníku do ocelové formy. Jednalo se o mimořádně úsporný a efektivní způsob nabízející nejlepší využití materiálu a zároveň energeticky úsporný. Některé otvory v bloku byly tak přesné, že se do nich už přímo řezaly závity. Tento motor se v přepracované verzi (viz obr. 2.2) o objemu 1397 cm<sup>3</sup> dostal až do první generace modelu Škoda Fabia.

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav



Obr. 2.1 Voituretta [6]



Obr. 2.2 Motor Škoda OHV [9]

### 2.2. Historie výroby převodovek MQ 200

Ukončením výroby motorů Škoda 1,3 a 1,4 l v březnu 2003, byla ukončena také výroba staré převodovky 14H pro vozy Škoda Felicia a Fabia. Polotovary pro tuto převodovku se vyráběly v hutních provozech a obráběli v hale M2. Oba provozy se nacházejí v závodě Škoda Auto. Montáž vyrobených komponentů pro Škodu zajišťovala firma ČZ Strakonice.



Obr. 2.3 Převodovka MQ 200[3]

S nástupem nového tříválcového motoru 1,2 HTP byla představena i nová pětirychlostní plně synchronizovaná převodovka MQ 200 (obr. 2.3), která je dodávána také do dalších vozů v rámci koncernu VW viz obrázky č. 2.4.

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav



Obr. 2.4 Přehled vozu pro převodovku MQ 200 [8]

Tato převodovka byla zkonstruována pracovníky vývojového centra Škoda Auto ve spolupráci s vývojem VW. Označení MQ znamená „Mechanisme Quer“, tedy mechanická převodovka příčně uložená. Hodnota 200 označuje maximální krouticí moment v Nm. Konstrukce převodovky MQ 200 má vysokou úroveň. Je docílena vysoká přesnost manuálního řazení a nízká hladina hluku oproti staré převodovce 14H.

Pro výrobu nového motoru a převodovky byla zahájena 1. 10. 1999 výstavba nové moderní haly M6 (obr. 2.5) v areálu závodu v Mladé Boleslavi, kde se nejprve začaly vyrábět převodovky MQ 200 a posléze i motory 1,2 HTP. V této hale probíhá obrábění hlavních dílů a také i konečná montáž převodovek a motorů.



Obr. 2.5 Výrobní hala M6 [7]

První sériová převodovka vyrobená na montážní lince firmy Johan A. Krause byla dne 08. 08. 2000. Z kapacitních důvodů byla instalována také druhá montážní linka v roce 2002 od stejné firmy, kde je možno dohromady smontovat až 2700 převodovek denně při třisměnném pracovním režimu. Dne 16. 09. 2003 byla v hale M6 slavnostně smontována 500 000. převodovka MQ 200. Výroba 1 000 000. převodovky byla po 55 měsících od zahájení výroby dne 08. 03. 2005.

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

### 2.3. Konstrukce převodovky MQ 200

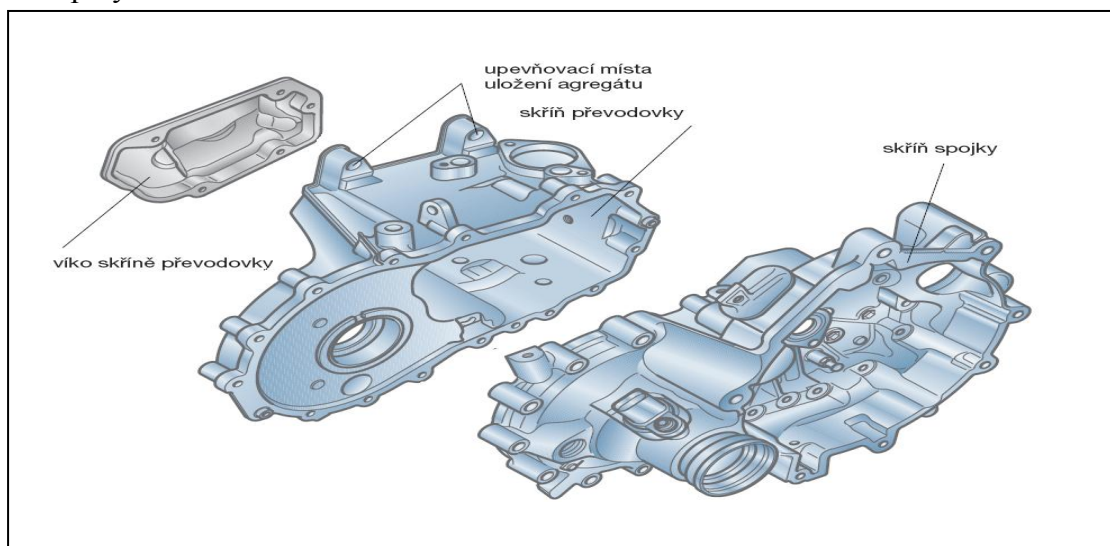
Své uplatnění nachází mechanická 5 - stupňová převodovka MQ200 ve vozích Škoda Fábia, ale i v dalších koncernových automobilech po celém světě. Jedná se o mimořádně lehkou převodovku řady MQ200 se dvěma hřídeli. Skříň je vyrobena z hořčíkové slitiny. Tato převodovka může přenášet krouticí momenty  $M_k$  až do 200 Nm.

Při vývoji převodovky byly sledovány především tyto cíle:

- snadné a přesné řazení,
- optimální účinnost,
- nejmenší hmotnost,
- modulová konstrukce,
- možnost použít jednotné lankové řazení.

Jde o 5-ti stupňovou manuální převodovku se skříní ze slitiny hliníku. Celková hmotnost je 33 kg, náplň tvoří celoživotní převodový olej o objemu 1.9 litru. Z důvodu zamezení přenosu vibrací a kmitání z agregátu je převodovka vybavena lankovým řazením, které, případné chvění zachová tak, že nedochází k přenosu vibrací do prostoru vozidla.

Skříň převodovky (obr. 2.6) je tvořena dvěma částmi a to skříní převodovky a skříní spojky. Směrem ven je skříň uzavřena víkem a na vrchní části skříně jsou umístěny upevňovací místa pro konzolu uložení agregátu a ve spodní části uchycení pro připevnění kyvné vzpěry.



Obr. 2.6 Skříň převodovky MQ 200[3]

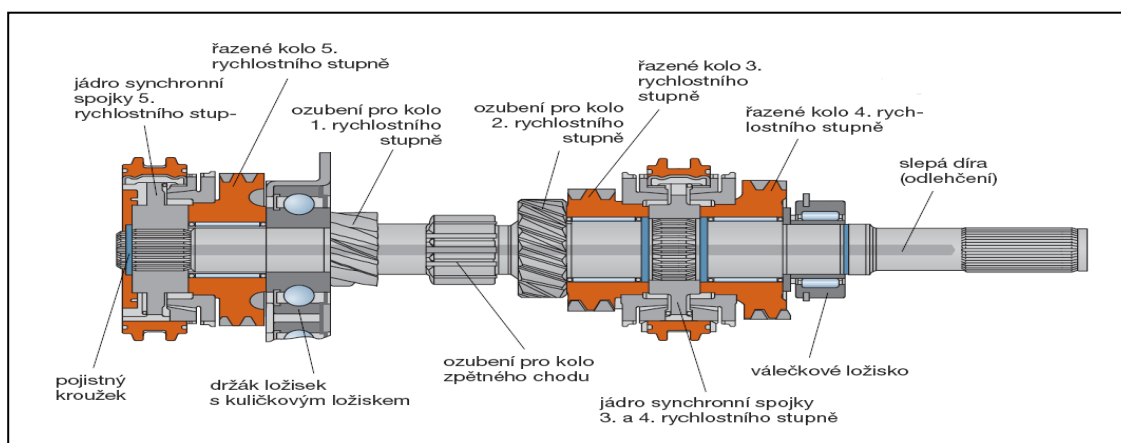
## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

Vnitřní uspořádání tvoří dva hlavní hřídele a hřídel s kolem zpětného chodu. Ozubená kola na hnacím a hnaném hřídeli mají šikmé ozubení a jsou v trvalém záběru. Kolo zpětného chodu má ozubení s přímými zuby.

Řazená kola 1. a 2. rychlostního stupně jsou na hnaném hřídeli a mají zdvojenou synchronizaci, řazená kola 3., 4. a 5. rychlostního stupně jsou na hnacím hřídeli.

Hnací hřídel (obr. 2.7) je uložen ve skříni spojky ve válečkovém ložisku a v držáku ložisek v kuličkovém ložisku. Kvůli snížení hmotnosti, je v jeho ose vyvrtaná slepá díra. Ozubení pro kolo 1. a 2. rychlostního stupně a ozubení pro kolo zpětného chodu jsou vytvořena přímo na hnacím hřídeli.

Řazená kola 3., 4. a 5. rychlostního stupně jsou volná a jsou uložena na jehlových ložiscích. Jádru synchronní spojky 3. a 4. rychlostního stupně a jádro synchronní spojky 5. rychlostního stupně jsou s hnacím hřídelem pevně spojena drážkováním. Jakmile je zařazen rychlostní stupeň, bude s hnacím hřídelem spojeno i příslušné řazené kolo. Řazená kola a synchronní spojky jsou ve svých polohách udržovány pomocí pojistných kroužků.



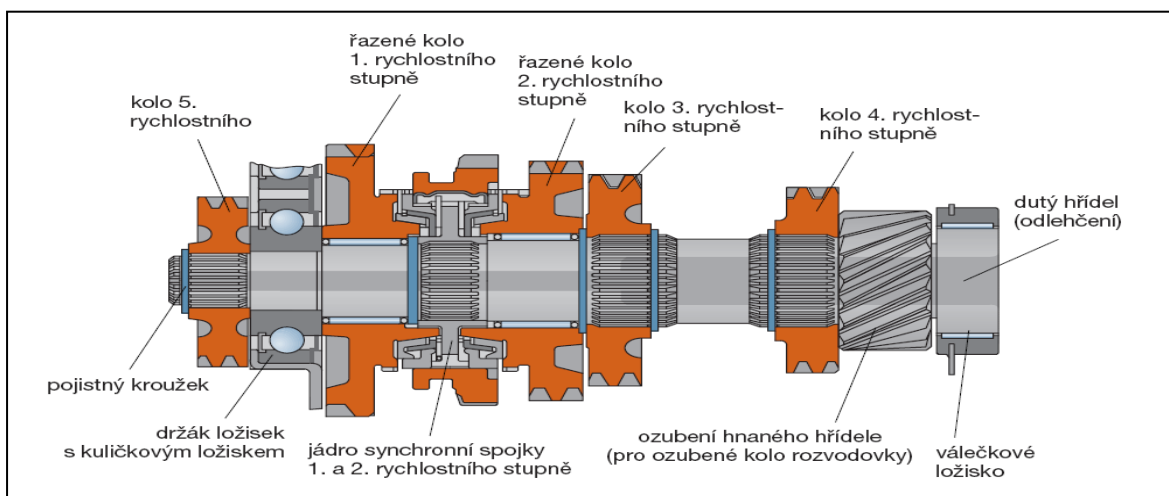
Obr. 2.7 Hnací hřídel převodovky MQ 200 [3]

Další část převodovky MQ 200 tvoří hnaný hřídel obr. 2.8. Je ve skříni převodovky uložen obdobně jako hnací hřídel a to z jedné strany ve válečkovém ložisku, které je ve skříni spojky uloženo volně a z druhé strany v kuličkovém ložisku, které je v držáku ložisek uloženo pevně. Řazená kola 3., 4. a 5. rychlostního stupně a jádro synchronní spojky 1. a 2. rychlostního stupně jsou s hnaným hřídelem spojena pomocí drážkování a ve svých polohách jsou zajištěny pojistnými kroužky.



## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

Řazená kola 1. a 2. rychlostního stupně jsou na hnaném hřídeli uložena v jehlových ložiscích. Hnaný hřídel je z důvodu snížení hmotnosti dutý.

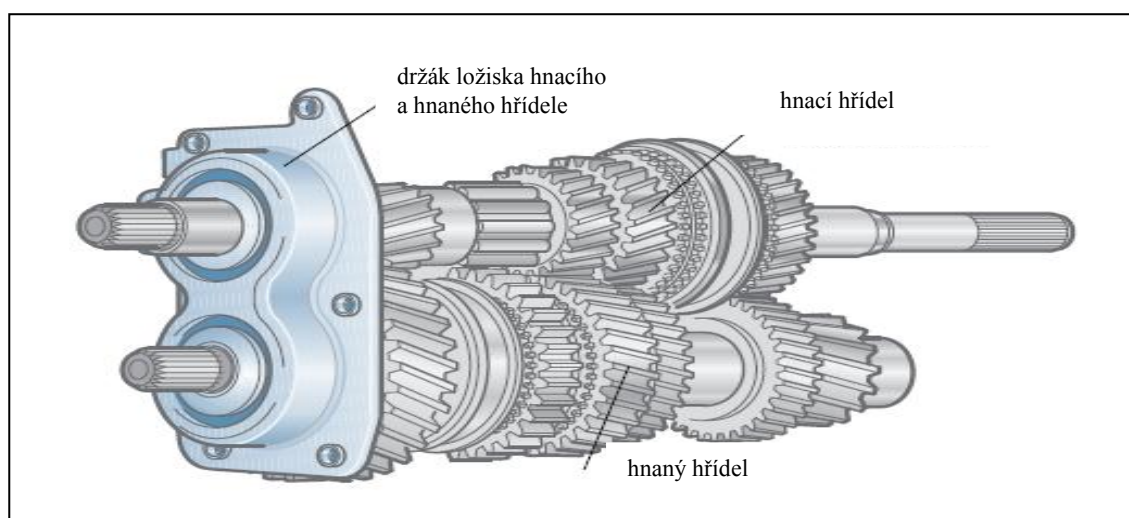


Obr. 2.8 Hnaný hřídel převodovky MQ 200 [3]

Konstrukční novinkou této převodovky je vytvoření modulového systému. Jedním z takových modulů je držák ložiska hnacího a hnaného hřídele (obr. 2.9).

Obě kuličková ložiska nejsou nalisována do skříně převodovky, ale jsou nedílnou součástí samostatného dílu - držáku ložisek.

Celý modul, skládající se z držáku ložisek, hnacího a hnaného hřídele se soustavami ozubených kol a synchronizace se sestavuje mimo převodovku. Do skříně převodovky se pak již takto vzniklý modul snadno montuje.



Obr. 2.9 Držák ložisek převodovky MQ 200 [3]

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

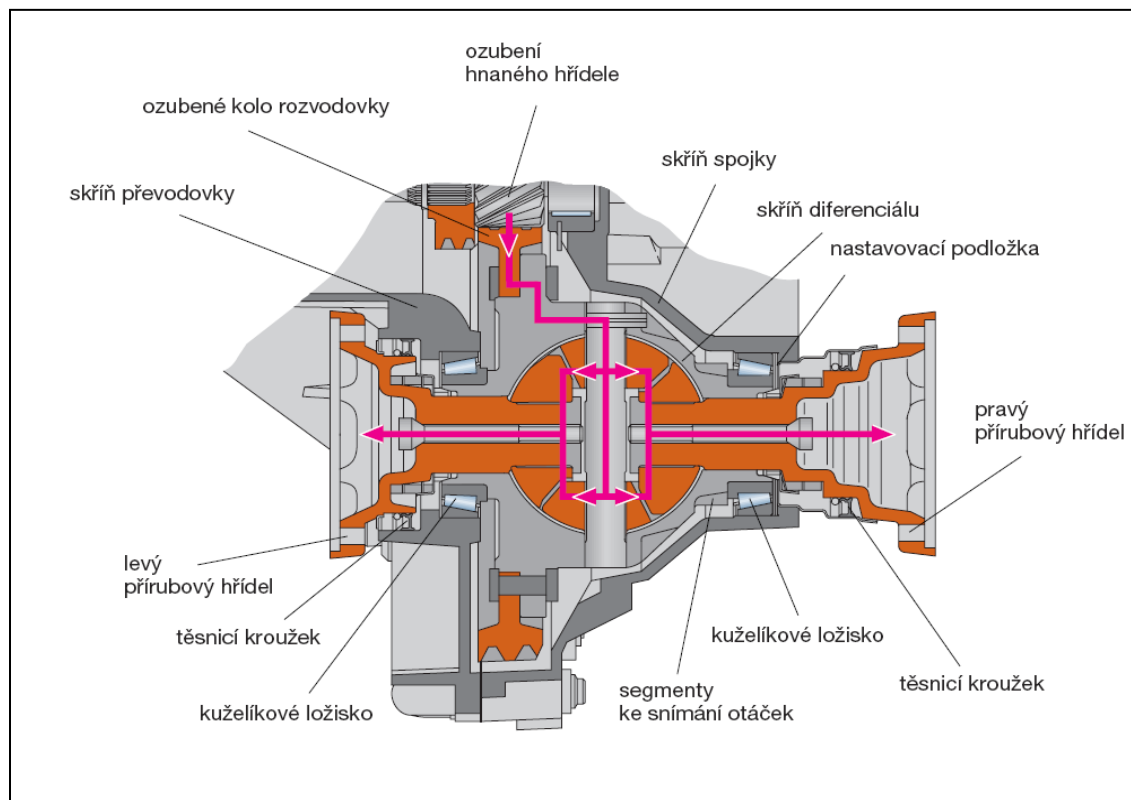
Součástí převodovky MQ 200 je diferenciál (obr. 2.10) sloužící k vyrovnávání rozdílného počtu otáček hnacích kol a rozdělování točivého momentu ve stejném poměru na hnací kola.

Při projíždění zatáčkou kola motorového vozidla urazí vně zatáčky delší dráhu, než kola uvnitř zatáčky. I různé povrchy silnic způsobují různé dráhy.

Diferenciál tvoří s převodovkou jednu součást a je uložen ve dvou kuželíkových ložiscích. Jedno z ložisek je nalisováno ve skříni převodovky, druhé ve skříni spojky.

Utěsnění skříně diferenciálu je zajištěno těsnicími kroužky na přírubových hřídelích. Ozubené kolo rozvodovky je snýtováno se skříní diferenciálu a spárováno s hnaným hřídelem.

Pro jízdu zpět dojde k zařazení kola zpětného chodu mezi hnací a hnaný hřídel a tím se změní směr otáčení hnacího hřídele. Točivý moment se přenáší přes ozubení hnaného hřídele na ozubené kolo rozvodovky, a tím na diferenciál.



Obr. 2.10 Diferenciál převodovky MQ 200 [3]

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

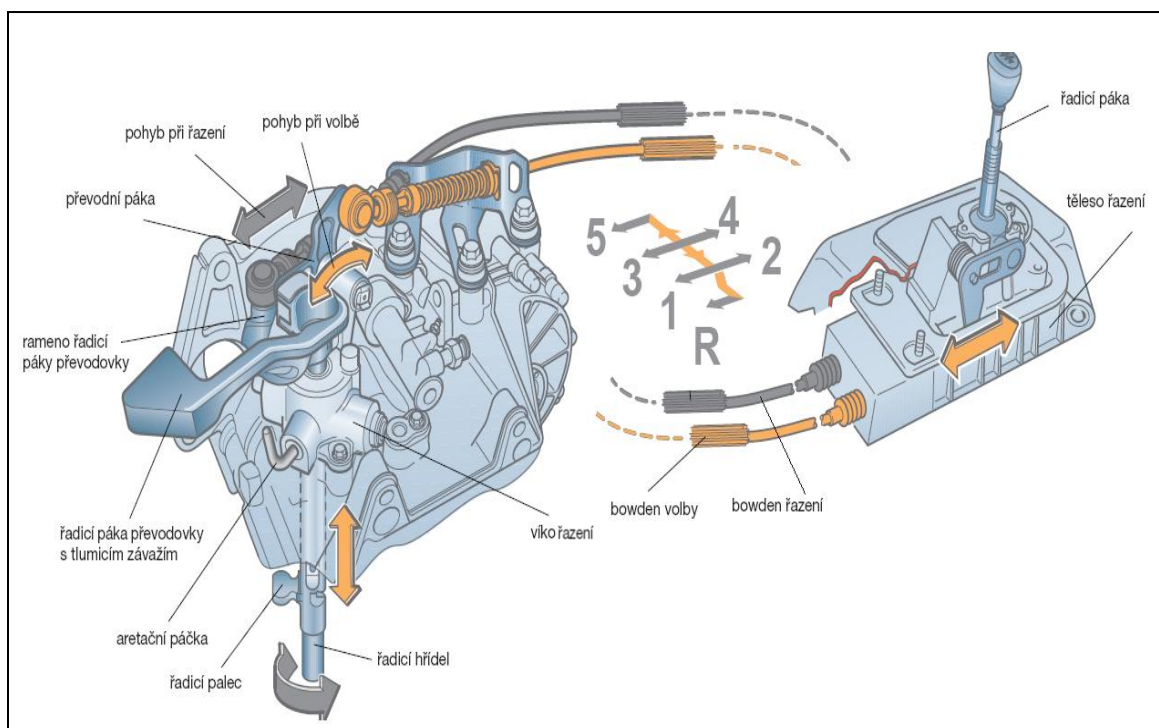
Převodovka MQ 200 využívá modulové konstrukce, kde jednotlivé montážní skupiny byly vytvořeny jako moduly, které zjednodušují montáž při výrobě. Montážními celky jsou vypínací páka spojky, tento modul v sobě zahrnuje vypínací páku, vypínací ložisko a vodící pouzdro.

Další montážní skupinu tvoří řadicí hřídel s víkem řazení v tomto modulu se nacházejí všechny dorazy, pera a vodící prvky řazení a je na něm umístěna i aretační páčka.

Modulové provedení vnitřního řazení je uskupeno řadicími vidličkami, pákami řazení a uložením.

Vnější řazení převodovky MQ 200 (obr. 2.11) je tvořeno řadicí pákou rychlostních stupňů a je s převodovkou propojeno dvěma lanky. Lanka přenášejí pohyby řadicí páky na řadicí hřídel.

Mechanická část, kterou tvoří převodní páka a rameno řadicí páky převádí pohyby obou lanek na pohyb řadicího hřídele a tím dochází k zařazení jednotlivých rychlostních stupňů.



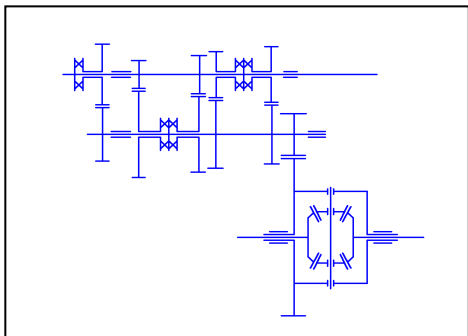
Obr. 2.11 Řazení převodovky MQ 200 [3]

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

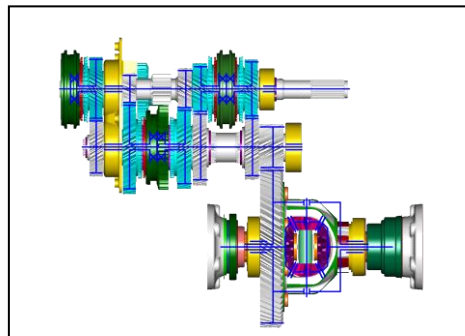
### 2.4. Popis vývoje převodovky MQ 200

Prvotní činností při vývoji převodovky je návrh koncepce. V této fázi dochází k vytvoření kinematického schématu převodovky (obr. 2.12) s rozmístěním hřídelů, ozubených kol, ložisek a synchronních spojek.

Následuje konstrukce vnitřních dílů (obr. 2.13), jejímž výsledkem jsou virtuální trojrozměrné modely hřídelů, ozubených kol, ložisek a synchronních spojek.

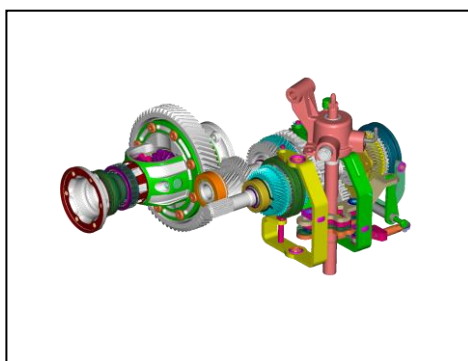


Obr. 2.12 Kinematické schéma [3]

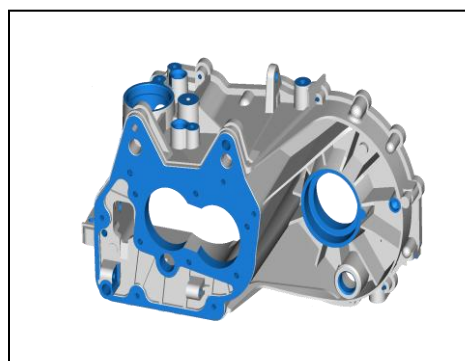


Obr. 2.13 Vnitřní díly [3]

V dalším kroku je návrh konstrukce řadícího mechanismu (obr. 2.14), kde jsou vymodelovány virtuální trojrozměrné modely řadícího hřídele, řadících táhel a vidliček. Dalším úkolem konstruktéra je pro všechny tyto vnitřní díly navrhnout vhodný virtuální trojrozměrný model skříně spojky a převodovky (obr. 2.15).



Obr. 2.14 Řadící mechanismus [3]



Obr. 2.15 Skříň převodovky [3]

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

Následující činností je konstrukce modelové zařízení (obr. 2.16) pro lití prototypu skříně převodovky, které vzniká vytvrzováním tekuté pryskyřice pomocí laserového paprsku, jenž kopíruje tvar virtuálního modelu.

Po tomto postupu následuje obrábění odlitku a vznik hotového dílu připraveného k zástavbě jednotlivých částí převodovky. Takto smontovaná a kompletní převodovka (obr.2.17) je již připravena k montáži do vozu.



Obr. 2.16 Modelové zařízení [8]



Obr. 2.17 Kompletní převodovka [9]

### **3. Analýza stávajícího stavu výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200**

V následující části se nachází současný popis výroby kol 3 – 5 rychlosti převodovky MQ200 Škoda – Auto a.s. Cílem diplomové práce je zefektivnění současného stavu výroby.

Celý sortiment ozubených kol jednotlivých rychlostních stupňů, výroba hnaného, hnacího hřídele a kola zpětného chodu jsou umístěna v hale M2, kde postupně z výkovku, který je dán normou materiálu TL 4121 vzniká hotový díl. Výkovek je dodán z hutí v ocelových bednách a operátoři zde zajišťují dle technologického postupu výrobu. Hotové díly jsou převáženy na montážní linku do haly M6, která se také nachází ve Škodě Auto a.s. Zde se kompletují převodovky podle daného typu a provedení.

Diplomová práce se zaměří na výrobu kol 3 – 5 rychlosti převodovky MQ 200 ve Škodě Auto a. s. Mladá Boleslav s označením 02T 311 291, 02T 311 129 a 02T 311 145, která se nachází v nákladovém středisku označeném NS 2143.

Nákladové středisko je sestaveno z 18 strojů, které je tvořeno 10 obráběcími stroji, 1 svařovací linkou, 1 pracím strojem sloužící k odmaštění polotovaru po operaci ševingování, 3 brousíci stroji a 3 kontrolními stroji.

Obráběcí stroje jsou zde připojeny k centrálnímu rozvodu elektrické energie a stlačenému vzduchu. Pracoviště jsou vybavena skříněmi na nářadí a ochranné pomůcky. Pro mezioperační měření je u každého stroje měřicí a kontrolní pracoviště, kde se kromě měřidel a kontrolních přípravků nachází také materiály pro danou výrobní operaci.

Základní dokumentací pro pracovníka je návodka s technologickým postupem (viz příloha č. 8) a kontrolní plán operace KPO (viz příloha č 9). V technologické návodce je uveden výrobní postup a veškeré informace, které operátor potřebuje ke své činnosti.

Výrobnímu postupu odpovídá CNC program, zadaný ve stroji, podle kterého probíhá obrábění dílu. Číslo programu pro všechny varianty vyráběných dílů jsou uvedeny v návodce a pracovník je v případě změny typu dílu zadává do stroje.

Kontrolní plán operace obsahuje všechna předepsaná měření a kontrolní činnosti na operaci. Předepisuje také četnost měření, měřidlo nebo kontrolní přístroj, na kterém se měření provádí. V kontrolním plánu je také uvedeno, zda se měření zaznamenává, jakou formou a jaký druh formuláře musí pracovník použít k záznamu příslušných rozměrů.

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

### **3.1. Výroba ozubených kol 3 – 5 rychlosti**

Výrobní operace jsou označeny čísly 5, 10 - soustružení, 45 - frézování, 70 - ševingování, 72 - praní, 80 – svařování, 90 – tepelné zpracování, 110- tryskání, 130 – broušení, 150 - kontrola odvalem.

Operace soustružení a frézování jsou technologie, kde dochází k největšímu odběru materiálu. Po uvedených operacích následuje operace ševingování a praní. Ševingování je závěrečnou technologií. Při této technologii dochází finálnímu tvaru ozubení před tepelným zpracováním. Při operaci praní se polotovary „vyperou“ podle technologického postupu tak, aby neobsahovaly povrchovou mastnotu a nečistoty. Polotovary musí splňovat předepsanou hodnotu zbytkových nečistot. Tato hodnota je daná normou PV 3349, která nám udává podle hmotnosti polotovaru přesné množství zbytkových nečistot. Na kolech 3 – 5 rychlosti je hodnota 50mg/kus.

Po – té jsou díly převezeny pomocí manipulačních vozíků obr. 3.1 ke svařovací lince. Zde se na kuželový nákrůžek navařuje synchronní kolečko. Díly jsou postupně vkládány na dopravníkový systém svařovací linky a podle technologického postupu se synchronní kroužek navaří na kuželový nákrůžek.

Po svaření jsou díly převezeny na operaci tepelné zpracování. Kde jsou vkládány do průběžných nebo vsázkových pecí. Po tepelném zpracování jsou polotovary převezeny na pracovní úkon tryskání, kde dochází prudkému vrhání kovových kuliček na funkční plochy ozubených kola tím je docíleno větší tvrdosti činných ploch ozubení. Než se díly převezou na další operaci broušení musí být vyprány a díly musejí splňovat zbytkové nečistoty dle normy PV 3349. Po tryskání jsou ozubené kola převezeny na operaci broušení, kde dochází k finálnímu broušení díry a kuželového nákrůžku. Po dané operaci jsou díly předány na kontrolu odvalem. Zde dochází podle etalonovaného kola ke kontrole ozubených kol.



Obr. 3.1 Manipulační vozík



## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

### 3.2. Výrobní operace

Vstupním materiálem pro výrobu ozubených kol jsou výkovky, které jsou na pracoviště dopraveny v plechových přepravních boxech (viz obr. 3.2). Většina operací probíhá pro každou rychlost na stroji samostatně, pouze pro operace svařování a praní jsou pro všechna ozubená kola stroje společné.



Obr. 3.2 Vstupní materiál - výchovky

Před první operací obsluha vytiskne tzv. Sledovací kartu ozubení. Tato karta doprovází obrobky po celou dobu. Do karty jsou zaznamenány všechny prováděné výrobní i kontrolní operace. Je zde také zaznamenáno, kolik kusů v dávce bylo obrobena a kolik z nich bylo použito na zkoušky během výroby.

Převodovka MQ200 je dodávána do vozů značky Škoda, Volkswagen, SEAT a dalších. Číslo dílu, které je také uvedeno na sledovací kartě ozubení, identifikuje pro kterou značku vozu je ozubené kolo převodovky MQ 200 určeno.

V níže uvedené tabulce 1, je uveden kompletní přehled prováděných operací na obrobku v posloupnosti tak, jak za sebou následují.



## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

Číslo operace	Název a stručný popis operace
Výrobní operace 5+10	Soustružení – hlavní tvar dílu
Výrobní operace 45	Frézování - hlavní ozubení
Výrobní operace 70	Ševingování – hlavní ozubení
Výrobní operace 72	Praní - odmaštění obrobku po operaci
Výrobní operace 80	Svařování – synchronního ozubení
Výrobní operace 90 – 110	Tepelné zpracování
Výrobní operace 130	Broušení - hlavního ozubení
Kontrolní operace 150	Kontrolní operace odvalováním

Tabulka. 3.1 Přehled prováděných operací při výrobě ozubených kol

### 3.2.1. Výrobní operace číslo 5 a 10

První výrobní operace pod číslem 5 a 10 prováděné na polotovaru je soustružení. Patří mezi třískové obrábění rotačních součástí za použití řezných nástrojů.

Je prováděno na vertikálních soustruzích ozn. EMAG DUO 200 obr. 3.3 se zásobníky do, kterých vstupují a vystupují polotovary. Ve stroji jsou dvě vřetena, a proto stroj opracuje dvě operace na jednou.

Každý díl je vyráběn na jednom pracovním stroji EMAG DUO 200. Jako technologická záloha je na pracovišti umístěn jeden EMAG DUO 200, který je univerzální a vyrábí všechny druhy kol v případě poruchy z některých pracovních strojů, ale je povinností přehrát program a vykonat mechanický zásah do stroje

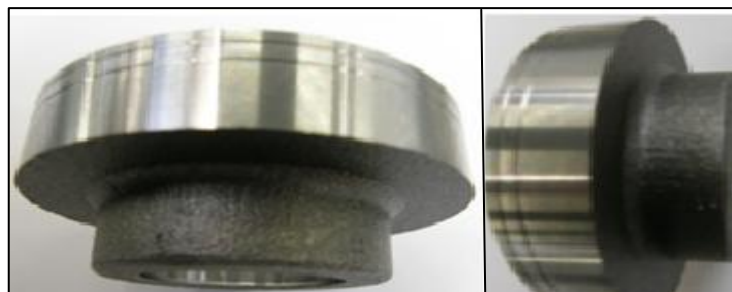
Před vlastním obráběním je nutné provést vizuální kontrolu výkovku. V případě, že je na výkovku odhalena nepřípustná vada, musí být výkovek vyřazen. Takto vyřazené díly jsou označeny, a posléze zlikvidovány.



Obr. 3.3 Soustruh EMAG VSC DUO 200

### **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Při operaci č. 5 se opracovává pravá strana výkovku. Soustruží se čela výkovku, vnější a vnitřní průměry. Dále se soustružením srazí hrany na obrobku. Můžeme vidět na obrázku 3.4.



Obr. 3.4 Obrobek po operaci 5  
(4. rychlost)

Operací č. 10 se obrábí levá strana obrobku (viz obr. 3.5). Soustruží čelo obrobku a vnější průměr. Po provedení operace č. 5 a operace č. 10 je předepsaná kontrola rozměrů obrobku dle kontrolního plánu operací (viz příloha 8).



Obr. 3.5 Obrobek po operaci 10  
(4. rychlost)

#### **3.2.2. Výrobní operace číslo 45**

Další výrobní operací je frézování. Obrobky se zde frézují na odvalovací frézce značky PFAUTER obr 3.6. Frézuje se hlavní ozubení s přídavkem pro ševingování. Dále je prováděno srážení podélných hran ozubení obr 3.7. Frézování je metoda strojního třískového obrábění rovinných nebo tvarových ploch vícebřitým nástrojem tzv. frézou, pomocí které se vyrábějí rovinné a zakřivené plochy.

Fréza se při práci otáčí kolem své osy a svými zuby po obvodě postupně odebírá třísku proměnného průřezu z obrobku, který se proti nástroji současně posouvá.

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Správnost provedení operace kontroluje operátor dle kontrolního plánu operace. Po každé výměně nástroje dochází následně k předání vyrobeného dílu k proměření na měrové středisko, které stanoví správnost provedení dané operace.

Po provedení celé výrobní operace je obrobek podroben kontrole rozměrů dle KPO (Kontrolní plán operací).



Obr. 3.6 Frézka značkv PRFAUTER se zásobníkem



Obr. 3.7 Obrobek po operaci č. 45 (4. rychlosti)

### **3.2.3 Výrobní operace číslo 70**

Následující operace je ševingování. Patří mezi dokončovací operace pro výrobu ozubených kol.

Pro ševingování ozubených kol jsou využívány ševingovací značky HURT obr. 3.8. Při této operaci se ševinguje ozubení (podélná i výšková modifikace). Provádí se sražení

### **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

hran ozubení. Ševingováním je docíleno snížení drsnosti povrchu boku zubů. Zároveň je tak dosaženo i zpřesnění geometrického tvaru zubu [12].

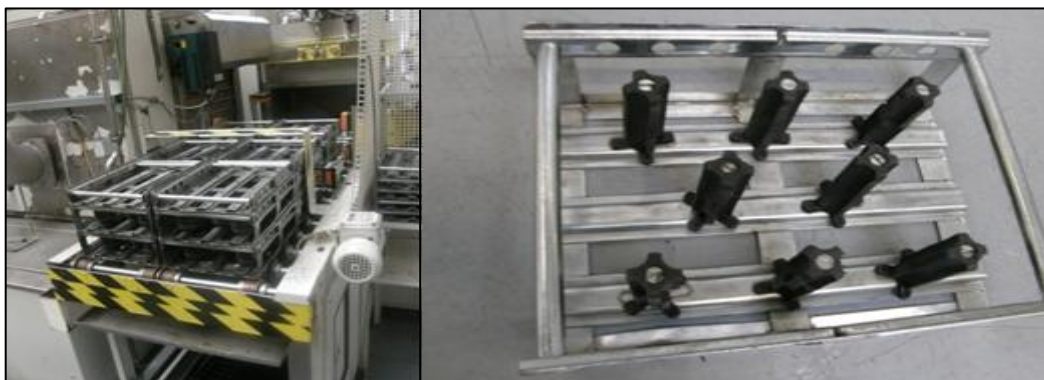
Modifikace zubů je popsána tvarem boční křivky a evolventy. Výšková modifikace má vliv na tvar evolventy po výškové stránce zubů. Podélná modifikace ovlivňuje ozubení po stránce šířky zubů. Díky modifikacím lze omezovat deformace zubů, vůle těles. ozubených kol, vůle hřídelí a ložisek.



Obr. 3.8 Obrobek po operaci č. 70 (4. rychlosti)

#### **3.2.4. Výrobní operace číslo 72**

Po ševingování je nutné obrobky odmastit. Další operací, která je na obrobku prováděna, je praní, která se provádí na stroji ROLL. Obrobky se ukládají do speciálních schránek obr. 3.9 po 32 kusech. Schránky se vkládají postupně na poháněný válečkový dopravník pračky ve 2 vrstvách a jsou polohovány fixačními kolíky. Celý cyklus se skládá z odmaštění, oplachování a sušení. Délka uvedeného cyklu je 6 minut. Jedna várka pro tuto operaci je složená ze čtyř schránek. Vyprané díly musejí splňovat zbytkové nečistoty dle normy PV 3349.



Obr. 3.9 Schránky s obrobky na dopravníku stroj ROLL pro operaci odmašťování



## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

### 3.2.5. Výrobní operace číslo 80

Po operaci 72 odmaštění následuje poslední operace, která je prováděna před tepelným zpracováním. Tato operace se nazývá svařování. Je prováděna na svařovací lince PTR obr. 3.10 Je označena číslem 80. Na kuželový nákrůžek, který je na ozubeném kole se navaří synchronní věnec kola. Zde je použita metoda elektronového svařování.



Obr. 3.10 Svařovací linka PTR

Po navaření synchronního věnce kola na ozubené kolo obr. 3.11 jsou díly vkládány do kalicích roštů a pomocí manipulačních vozíků převezeny na operaci 90 tepelné zpracování.



Obr. 3.11 Synchronní věnec kola

### **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Díly se vkládají do kalicích pecí v těchto roštích podle určené dávky výroby obr. 3.12.



Obr. 3.12 Rošt tepelného zpracování

#### **3.2.6. Výrobní operace 90 - 110**

Kalení je jedním ze způsobů chemicko-tepelného zpracování. V technologickém postupu jsou tyto operace značeny čísla 90, 110. Při řešení diplomové práce nebylo na tyto operace pohlíženo, jelikož se nacházejí mimo pracoviště NS2143.

Kalením ozubených kol je docíleno zvýšení tvrdosti povrchu. Ztrácí ale svou houževnatost a stávají se tím křehčí.

Zakalená ozubená kola jsou nazpět dopravena ve speciálně upravených paletách obr. 3.13. Tyto palety zabrání vzájemnému poškození ozubených kol.



Obr. 3.13 Speciální palety

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

### **3.2.7. Výrobní operace 130**

Po operaci kalení jsou díly převezeny na další předposlední operaci broušení. Tato operace je dána číslem 130. Na ozubených kolech jsou broušeny průměry a kuželové nákržky. Operace se provádí na stroji REINECKER (viz.obr.3.14).



Obr. 3.14 Obrobek po operaci č. 130 (4. rychlosti)

### **3.2.8. Výrobní operace 150**

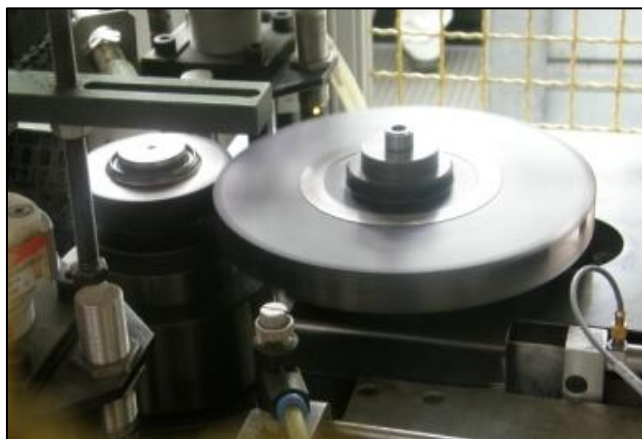
Poslední operace prováděná na ozubených kolech 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 je kontrola ozubených kol odvalováním. Tato operace se vykonává na strojích CM - Digit obr. 3.15.



Obr. 3.15 Pracovní stroj CM - Digit

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Každé kolo je podrobena této zkoušce, při níž se vyhodnocuje hlučnost kola a zároveň se provádí vzhledová kontrola. Nejprve se kolo odvaluje po odvalovacím kole obr.3.16 určitý časový interval na každou stranu samostatně.



Obr. 3.16 Odvalovací kolo

Obsluha sleduje monitor, kde je případná hlučnost kola zvýrazněna barevně a to tak, že když je kolo v pořádku, tak je graf vyobrazující hladinu decibelů zbarven do zelena. V případě, že je hlučnost zvýšená, je graf zbarven do žluta. Pokud je na kole hlučnost nepřijatelná, je graf zbarven červeně. Hlučnost může obsluha stroje také poslouchat na připojených sluchátkách, čímž může snáze vyhodnotit, na jaké straně zubu bychom měli vadu hledat.

Stroj zkoušku vyhodnotí, výsledek se zobrazí na monitoru a ozubenému kolu přiřadí status (vyhovující, nevyhovující - ale opravitelný, případně nevyhovující – neopravitelný) zařazením do příslušného pole, odkud obsluha kola ze stroje odeberá. Po této zkoušce je dále kolo podrobena vzhledové kontrole, kde mají být odhaleny nedostatky, které nelze najít odvalovací zkouškou (šrám na čele kola, na vnitřním drážkování).

V případě vyhodnocení zkoušky do stavu nevyhovující - opravitelný, musí obsluha najít na kole nedostatek, který způsobuje hluk. V tomto případě je to nečistota, šrámy a hranky. Pokud je to v jejích možnostech musí tyto vady odstranit malým elektrickým pilníčkem a nečistotu odstraní tlakovou vzduchovou pistolí).

Po odstranění závad a nečistot musí být kolo podrobena opětovné zkoušce na odvalovacím kole. V případě, že je již kolo vyhovující, obsluha jej uloží do přepravní plastové speciální palety obr. 3.17. V opačném případě obsluha kola skládá do schránek, které jsou určené pro zmetkové díly.



### **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Takto připravená ozubená kola jsou odvezena na montáž, kde se kompletují dílčí celky pro převodovku MQ200.



Obr. 3.17 Speciální paleta na hotové díly

#### **3.2.9. Taktové srovnání soustružnických strojů a přehled obráběcích nástrojů**

Každý obráběcí stroj pracuje dle daného výrobního taktu, který je dán v požadavcích při plánování nové výroby. Diplomová práce se také zaměří na srovnání jednotlivých výrobních taktů u obráběcích strojů. Jedná se o stroje u kterých to bude vyžadovat zlepšení toku materiálu.

Pracoviště se skládá ze 4 obráběcích CNC strojů značky EMAG které mají výrobní čas na jeden díl 38 sekund. Další dvě operace jsou frézování a ševingování. Zde se výrobní čas pohybuje kolem 27 sekund na díl. Zde je patrně vidět, že dochází k nerovnoměrné výrobě. Na obráběcích CNC strojích musejí operátoři pracovat v 20 směném systému aby připravili díly na další operaci frézování, kde se pracuje v 15 směnách. Zde je jasné vidět, že se prodlužuje výrobní čas jednoho dílu a je zřejmé se zaměřit na sjednocení výrobního času daných operací. Pracovní CNC stroje jsou osazeny na každém vřetenu 4 nástroji, které můžeme vidět na obrázku 3.18.



Obr. 3.18 Současné řezné nástroje

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

### 3.3. Současný layout pracoviště a personální obsazení

V této části je uveden popis výrobních strojů a obsazení jednotlivých výrobních operací. Pro zpřehlednění je v této kapitole uveden layout nákladového střediska NS 2143, ve kterém se nachází výroba kol 3 – 5 rychlosti převodovky MQ 200 s označením 02T 311 291, 02T 311 129, 02T 311 145.

Layoutem výrobního střediska se rozumí prostorové uspořádání strojů a zařízení. Stroje jsou ve výrobním středisku uspořádány s ohledem na plynulý tok výroby a přesunu dílů mezi jednotlivými operacemi.

Přehled strojů a operací je uveden níže (viz tab. 3.2). V této tabulce je nejprve uvedeno označení s názvem příslušné operace a dále název stroje spolu s jeho pořadovým číslem. Například u operace č. 5 - 10 je 1 stroj označený jako EMAG DUO CNC.

Počty všechny uvedených pracovních strojů jsou vztaženy na výrobu všech typu ozubených kol 3 -5 rychlosti. Diplomová práce bude optimalizovat celé pracoviště, které je ukázáno na layoutu.

Operace č.	Název operace	Název stroje
5	soustružení	EMAG DUO CNC (1)
10	soustružení	EMAG DUO CNC (1)
45	frézování	PFAUTER (1)
70	ševingování	HURT (1)
72	Praní	PRAČKA (1)
80	svařování	SVAŘOVACÍ LINKA (1)
90	tepelné zpracování	KALICÍ PEC (1)
110	Tryskání	SCHLICK (1)
130	broušení průměru a kuželů	REINECKER (1)
150	kontrola ozubení	CM-DIGIT (1)

Tabulka. 3.2 Přehled strojů a operací

U jednotlivých strojů se nachází kontrolní pracoviště (viz obr. 3.19), ve kterém jsou umístěna měřidla sloužící ke kontrole vyráběných dílů a technologický postup dané operace. Další součástí vybavení pracoviště je pracovní skříňka, ve které jsou uloženy řezné nástroje a nářadí pro jejich výměnu.

# Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav



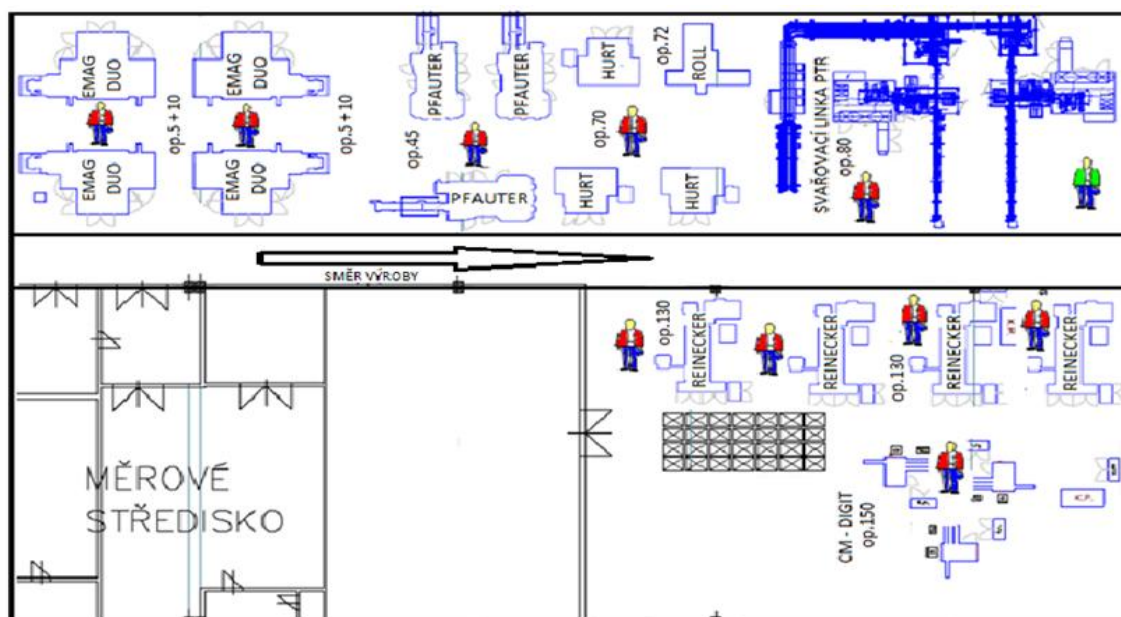
Obr. 3.19 Kontrolní pracoviště

Výrobní středisko 3 – 5 rychlostního stupně je obsazeno 12 operátory v každé ze tří směn. Pracovní fond směny trvá 480 minut včetně 30 minutové přestávky. Operátoři jsou organizováni do výrobních týmů, který je řízen koordinátorem.

Týmy jsou rozděleny podle jednotlivých dílů do příslušných směn. Společně zodpovídají za plynulý výrobní proces a kvalitu vyráběných dílů.

Současná výroba představuje 2 600 kusů ozubených kol převodovky MQ 200 za den. Z důvodu lepší využitelnosti pracovníků jsou vytvořeny tzv.: dvoustrojové a třístrojové obsluhy kapacitních strojů. Vše je dáno časovou náročností na stroj a seřizování.

Obsazenost s jednostrojovou obsluhou je na operacích broušení dvoustrojovou obsluhou je na operacích soustružení, svařování a kontrola. Obsazení s třístrojovou obsluhou jsou na operacích frézování a ševingování. Vše přehledně můžeme vidět na layoutu obr. 3.20.



Obr. 3.20 Současný layout pracoviště a personální obsazení

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

### 4. Experimentální část

Část experimentální je zaměřena na vyhodnocení dat získaných měření. Dále je věnována jednotlivým návrhům nových řešení, jejich vzájemnému porovnání a vyhodnocení přínosů v aplikovaném návrhu pro zvýšení produktivity.

#### 4.1. Produktivita

Produktivita je definována jako poměr výstupů daného procesu k jeho vstupům. Vyšší produktivita znamená dosáhnout více se stejnými zdroji anebo dosáhnout vyšší výstup, např. větší počet kusů nebo lepší kvalitu ze stejného vstupu. Z manažerského pohledu je zvyšování produktivity spojeno se snižováním nákladu na výrobek. Tedy lze vyrobit více a rychleji, ale také i levněji.

Ukazatelé produktivity práce můžeme rozdělit z hlediska výroby a z hlediska ekonomiky.[4]

##### 1) Výrobní hledisko:

- stav výroby na počtu zaměstnanců,
- vyrobené vozy na zaměstnance za rok,
- odpracované hodiny na vůz.

##### 2) Ekonomické hledisko:

- přidaná hodnota na zaměstnance,
- přidaná hodnota na vůz,
- obrát na zaměstnance.

V rámci řešení práce bylo zvýšení produktivity dosaženo úsporou výrobních operátorů při zachování dosavadního objemu výroby ozubených kol 3 – 5 rychlosti.

Pro určení procentuálního navýšení produktivity bylo použito vztahu (4.1) [2]

$$\text{Zvýšení produktivity} = 1 - \frac{Q_N}{Q_P} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

kde:

$Q_N$     nový počet operátorů

$Q_P$     původní počet operátorů

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Nárůst produktivity se stanoví jako podíl nového počtu operátorů po provedených úpravách a původního počtu operátorů s dopočtem do 100%.

### **4.2. Měření časových hodnot**

Časové studie činností operátorů během pracovní doby jsou nástrojem průmyslového inženýrství a svým zaměřením spadají do oblasti měření práce. Tyto nástroje budou použity pro zjištění činností operátorů.

Skutečná spotřeba času se v praxi stanovuje nejčastěji pomocí snímku pracovního dne. Pomocí této metody zjišťujeme skutečnou spotřebu času pracovníka, ale i výrobního zařízení. [1]

Snímkem pracovního dne rozumíme metodu nepřetržitého pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka nebo skupiny pracovníků během celé směny. Jedná se do značné míry o univerzální metodu, kterou je možné po jisté úpravě pozorovat práci dělníka, administrativního i řídícího pracovníka, ale také činnost strojního zařízení.

Výsledky pozorování lze využít k:

- určení množství jednotlivých činností vyjádřených spotřebou času,
- rozboru struktury spotřeby pracovní doby,
- rozboru ztrátových časů podle příčin,
- vypracování výkonnostních křivek v průběhu celé směny, zejména jestliže současně sledujeme množství odvedené produkce.

Snímky pracovního dne můžeme rozdělit podle níže uvedených druhů:

1) snímek pracovního dne jednotlivce:

je takový druh snímku pracovního dne, při kterém pozorovatel provádí pozorování jen jednoho pracovníka,

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

2) snímek pracovního dne čtyř:

používá při pozorování pracovní činnosti skupiny pracovníků, kterým je přidělena společná práce (obsluha stroje, nakládka a vykládka atd.),

3) hromadný snímek pracovního dne:

umožňuje pozorovat současně podle podmínek až třicet samostatně pracujících jednotlivců. Tato skutečnost je možná jen při odlišné technice pozorování, měření, zaznamenávání a výpočtu podkladů pro vypracování bilance skutečné spotřeby pracovního času v porovnání se snímkem pracovního dne jednotlivce,

4) vlastní snímek pracovního dne:

zaměřuje se jen na časové ztráty vzniklé z titulu technických a organizačních nedostatků. Údaje o velikosti a příčinách ztrát zaznamenává operátor sám. Hromadné použití tohoto snímku vede operátory k aktivní účasti na racionalizaci práce.

Snímek operace je metodou studia pracovního procesu, jejíž pomocí zkoumáme skutečnou spotřebu času na opakované operace nebo její části (úkony) na pracovišti jednotlivce, resp. na několika stejných pracovištích. Snímky operace můžeme rozdělit do těchto druhů:

1) plynulá chronometráž:

je metoda nepřetržitého pozorování spotřeby času pro všechny úkony zkoumané operace.

2) výběrová chronometráž:

je takový druh chronometráže, u které předmětem zkoumání není celá operace, nýbrž jen některé pravidelně, ale i nepravidelně se opakující předem známé úkony. Pozorovatel zaznamenává jen průběžný čas začátku a ukončení vybraných úkonů,

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

3) obkročná chronometráž:

slouží ke zjišťování času trvání velmi krátkých částí operace. Dosahuje se toho tím, že se klouzavě sečte několik krátkých pracovních prvků do měřitelného komplexu a po vykonaném měření se zpětně vypočítávají elementární prvky,

4) snímková chronometráž:

je druh snímku operace k průzkumu takových operací, jejichž průběh není možné předem stanovit. Při pozorování zaznamenáváme nejen čas (jako u chronometráže), ale i účel jeho použití (název úkonu, operace). Jedná se vlastně o kombinaci metody snímku pracovního dne a chronometráže,

5) filmový snímek:

je metoda, jejíž velikou předností je získání trvalého záznamu jak spotřeby času, tak pracovních pohybů. [5]

Jako nástroj pro řešení této diplomové práce byla použita metoda na principu výběrové chronometráže, která byla upravena pro konkrétní potřeby sledovaného výrobního střediska kol 3 – 5 rychlosti převodovky MQ 200. Pro získání konkrétních výsledků měření je třeba projít těmito etapami:

- 1) příprava k pozorování, jejímž úkolem je vytvoření vhodných podmínek pro nerušené pozorování a získání objektivních údajů o skutečné spotřebě času v takovém členění, jak si to žádá cíl, který je předmětem pozorování. V této etapě se řeší výběr pracovníka a určení období, v němž se pozorování provádí.
- 2) vlastní pozorování, v této druhé etapě se pozorovatel zaměřuje na vlastní pozorování, měření a zaznamenávání činností operátora na pracovišti od začátku do konce sledovaného období. Dále se zaznamenává začátek a konec stejných druhů činností, resp. nečinností do předem připraveného formuláře.

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

3) vyhodnocením se určí jednotlivé časy.

Každý jednotlivý čas se zhodnotí z hlediska obsahu činnosti, které se setřídí. Skutečná bilance vyjadřuje, kolik času v minutách a procentech z času sledované doby, připadá na jednotlivé kategorie zkoumaného času. Takto získaná data mohou být dále využita jako základ pro opatření s cílem zvýšení produktivity.

### **4.3. Způsob měření a hodnocení výsledků**

Jednotlivé dílčí časy byly měřeny pomocí kalibrovaného elektronického měřidla na odměřování časových intervalů = stopky zn. Spokey Asomar. Toto měřidlo disponuje pamětí na 10 mezičasů s maximální chybou  $\pm 0,01$ s.

Bylo provedeno celkem 10 měření pro každé pracoviště, resp. každého pracovníka. Měření probíhalo ve třech směnách (ranní, odpolední, noční). V každé směně v nákladovém středisku 2143 pracuje celkem 10 pracovníků. To znamená, že pro jednu směnu proběhlo 100 měření. Pro lepší zpřehlednění a orientaci v tabulkách a grafech byly směny pracovníčně označeny jako A – ranní směna, B – odpolední směna, C – noční směna.

Pro měření byla použita metoda výběrové chronometráže, jejímž předmětem není celá operace, ale pouze některé opakující se úkony. Pozorovatel zaznamenává jen průběžný čas začátku a ukončení vybraných úkonů. Jednotlivé naměřené hodnoty byly zapisovány do připravených formulářů, tzv. Pozorovacího listu pro chronometráž. (viz. Příloha 10).

Pozorovací list byl upraven tak, aby vyhovoval náměrům pro pracoviště NS 2143. Vytížení strojní obsluhy bylo nejprve sledováno v intervalu 1 směny, tj po dobu 7,5 hodin. Poté byl stanoven interval pro měření v délce 3 hodin, tj. 180 minut.

Tento čas byl rozdělen do 4 základních kategorií a to do kategorie: manipulace, měření, přecházení a čekání. Příslušné výsledky byly zaznamenávány do formuláře pozorovacího listu (viz. příloha 10).

Časy byly rozčleněny na:

- produktivní časy – manipulace, měření, přecházení
- neproduktivní časy – čekání,



## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

### **Manipulace**

Manipulace je čas, kdy strojní obsluha nakládá materiál do zásobníku, vykládá materiál ze stroje do palet, seřizuje stroj. Je to čas, který přidává výrobku hodnotu (není hodnocen jako plýtvání). Manipulace je řazena mezi produktivní časy.

### **Měření**

V kategorii měření byly zahrnuty časy, kdy se operátor věnuje měření dílů na pracovišti, odnášení dílů na technickou kontrolu a přípravě dílů pro měření (čištění, ofukování).

### **Přecházení**

Přecházení zahrnuje časy, kdy operátor přechází mezi stroji při vícestrojové obsluze a mezi vstupním a výstupním dopravníkem, tzn. přechody, kdy operátor nedrží díl.

### **Čekání**

Čekáním je myšlena doba, kdy obsluha stroje čeká na vyprázdnění zásobníku. Je to čas, který je řazen mezi neproduktivní, protože výrobku nepřidává žádnou hodnotu.

## **4.4. Vyhodnocení naměřených hodnot**

V této kapitole je pozornost věnována vyhodnocení naměřených hodnot. Vyhodnoceny zde byly hodnoty naměřené jako vstupní - tedy hodnoty před zavedením změn.

Pro objektivní vyhodnocení naměřených hodnot bylo použito následujících matematických veličin: aritmetický průměr (4.2), rozptyl (4.3), výběrová směrodatná odchylka (4.4) a statistický interval spolehlivosti (4.5)

Aritmetický průměr vyjadřuje průměrnou hodnotu všech naměřených hodnot.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.2)$$

kde  $x_i, \dots$  naměřené hodnoty

$n, \dots$  počet naměřených hodnot

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

Pomocí rozptylu a směrodatné odchylky lze určit, jak daleko se nachází hodnota naměřená od hodnoty průměrné.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (4.3)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (4.4)$$

Statistický interval spolehlivosti je potom intervalem, který určuje, v jakém intervalu bude střední hodnota výsledků dalšího měření s předpokládanou pravděpodobností umístěna.

$$\bar{x}_{\max} = \bar{x} \pm t_{\alpha, n-1} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} \quad (4.5)$$

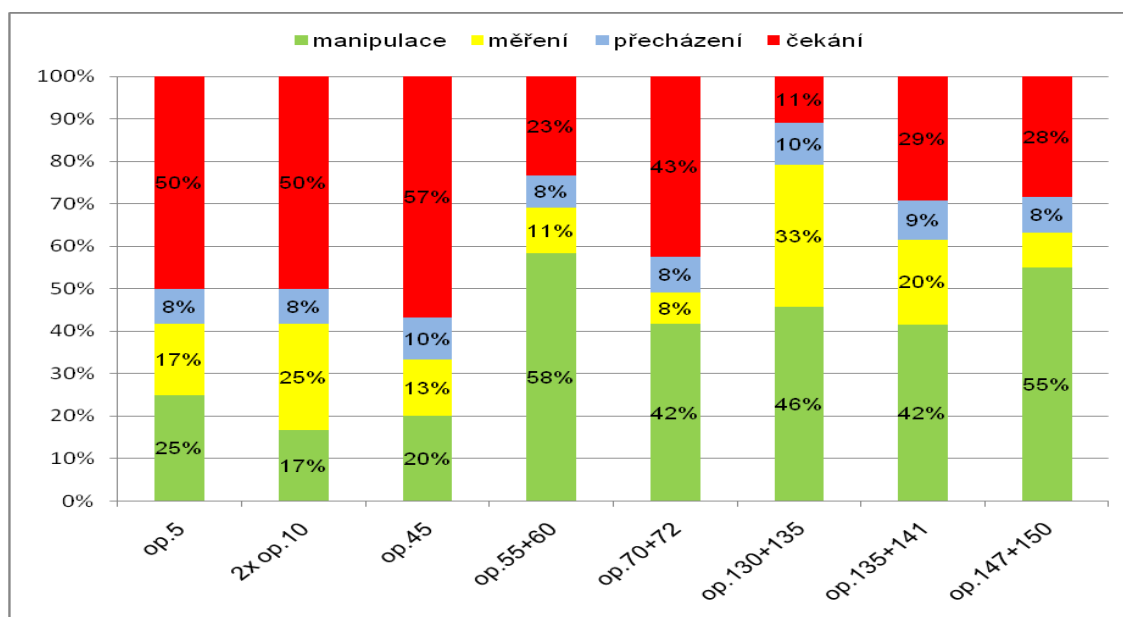
Informace o naměřených časech jsou uspořádány v přehledných tabulkách a znázorněny v grafech. Obecný případ uspořádání je uveden v tabulce 4.1 a dále graficky zpřehledněn v grafu 4.1. Celkem bylo naměřeno 320 hodnot pro 1 směnu, tj. 960 hodnot pro 3 směny. Skutečné naměřené hodnoty jsou uvedeny v následující kapitole 4.

Operace	Manipulace		Měření		Přecházení		Čekání	
op. č	[%]	[min]	[%]	[min]	[%]	[min]	[%]	[min]
op.5	25,0	45,0	16,7	30,0	8,3	15,0	50,0	90,0
op.10	16,7	30,0	25,0	45,0	8,3	15,0	50,0	90,0
op.45	20,0	36,0	13,3	24,0	10,0	18,0	56,7	102,0
op.55+60	58,3	105,0	10,8	19,5	7,5	22,5	23,0	42,0
op.70+72	41,7	75,0	7,5	13,5	8,3	15,0	42,5	76,5
op.130+135	45,8	82,5	33,3	60,0	10,0	18,0	10,9	19,5
op.135+141	41,6	75,0	20,0	36,0	9,2	16,5	29,2	52,5
op.147+150	55,0	99,0	8,3	15,0	8,3	15,0	28,4	51,0

Tabulka 4.1 Informativní tabulka

Výsledky uvedené v informativní tabulce 4.1 jsou graficky zpracovány v grafu 4.1. Na vodorovné ose je uvedeno číslo operace, kterou se operátor zabývá a na svislé ose procentuální vyjádření jednotlivých činností.

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav



Graf. 4.1 Informativní graf

Z grafu je patrné, že se např. operátor obsluhující op. 45 věnuje 20% času ze sledovaného intervalu 180 minut manipulaci, dále 13% času měření, 10% přecházení a 57% čekání.

Pro přehlednost je použita níže uvedená barevná symbolika, která bude dále při třídění a znázorňování časů v tabulkách a grafech respektována.

Manipulace	=	Zelená barva	<span style="color: green;">■</span>
Měření	=	Žlutá barva	<span style="color: yellow;">■</span>
Přecházení	=	Modrá barva	<span style="color: blue;">■</span>
Čekání	=	Červená barva	<span style="color: red;">■</span>

Ke každé strojní obsluze jsou v tabulce uvedeny tyto hodnoty: aritmetický průměr, výběrová směrodatná odchylka, statistický interval spolehlivosti viz informativní tabulka.

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

Výrobní operace	Průměrné Statistické veličiny	Manipulace [min]	Měření [min]	Přecházení [min]	Čekání [min]
op. 5+10, (2xstroj)	$\bar{X}$	88,2	38,7	21,6	31,5
	$\sigma$	1,52	0,96	0,52	0,97
	$\bar{X}_{max}$	$\pm 0,94$	$\pm 0,59$	$\pm 0,33$	$\pm 0,60$
op.45 (2xstroj)	$\bar{X}$	66,6	25,2	18	70,2
	$\sigma$	1,01	1,35	1,48	1,15
	$\bar{X}_{max}$	$\pm 0,63$	$\pm 0,84$	$\pm 0,92$	$\pm 0,71$

Tabulka 4.2 Informativní tabulka

K výpočtu jednotlivých statistických veličin, zpracování tabulek a grafických výstupů byl použit program MS Excel 2007 tab. 4.2.

Během měření dílčích časů byly naměřeny i velké výchylky způsobeny poruchou stroje, tyto výchylky nejsou do výpočtů zahrnuty. Pro řešení bylo provedeno nové měření, které nebylo již ovlivněno poruchou stroje.

Úkolem diplomové práce bude zvýšit produktivitu u pracovišť se strojní obsluhou zatíženou více jak 30% neproduktivním časem - čekání.

## **5. Vlastní řešení - návrh řešení pro zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200.**

Kapitola vlastní řešení je věnována návrhům nových řešení pro zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3-5 rychlosti převodovky MQ 200 v Škoda Auto a.s., závod a.s. Mladá Boleslav. Tato řešení jsou v dané kapitole podrobně popsána a zhodnocena. Cílem řešení diplomové práce je navrhnout opatření vedoucí ke zvýšení produktivity nejméně o 10%. Aby bylo dosaženo požadovaného výsledku, je nutná analýza stávajícího stavu výroby.

### **5.1. Analýza současného stavu**

Za účelem zjištění stávajícího stavu vytížení operátorů byla provedena analýza dle metodiky popsané v kapitole 3.3. Z této analýzy byla získána data, která jsou uvedena v následujících tabulkách (5.1 - 5.4), tabulky jsou barevně rozlišeny podle výše zmíněné symboliky.

Data jsou rozdělena do kategorie manipulace (viz tab. 5.1), měření (viz tab. 5.2), přecházení (viz tab. 5.3) a čekání (viz tab. 5.4). K výpočtům aritmetických průměru, rozptylu, směrodatných odchylek a intervalů spolehlivosti byly použity vzorce (4.2, 4.3, 4.4, 4.5), uvedené v kapitole 4.4. Výsledky statistických veličin jsou v tab. 5.6.

Konečné průměrné výsledky vytížení operátorů jsou zpřehledněny v tabulce 5.5 a dále graficky znázorněny do grafu 5.1.

Tabulky (5.1 - 5.4) uvádí výsledky naměřených hodnot. Levý sloupec značí jednotlivé operace. Dále jsou zde očíslovány jednotlivé náměry a v nich zaznamenány zjištěné hodnoty. Pro celkové vyhodnocení všech naměřených hodnot je v pravém sloupci uveden aritmetický průměr těchto hodnot a v celkové tabulce uvedeny hodnoty směrodatných odchylek a intervalu spolehlivosti.

Manipulace [min]											
Operace/Náměr	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8	č. 9	č. 10	x
op.5 + 10	82,6	82,4	83,5	84,4	82,4	81,5	82,5	81,8	82,5	83,8	82,74
op.5 + 10	74,7	75,8	73,7	75,8	72,7	75,9	75	75,7	74,5	74,2	74,73
op.45	82,3	83,7	81,6	82,7	82,8	82,6	82,8	83,7	84,7	81,4	82,83
op.70+72	77,5	76,9	77,6	78,4	76,8	79,6	77,4	76,1	75,6	78,5	77,25
op.80 + 82	107,6	108,7	109,5	107,4	109,3	106,3	108,2	106,3	107,4	109,5	108,02
op.130 + 132	54,8	56,8	53,8	55,9	53,7	53,3	54,6	52,6	51,8	56,8	54,41
op.130 + 132	45,8	46,2	44,5	44,8	46,9	44,9	45,5	44,3	45,6	44,1	45,36
op.130 + 132	44,8	45,7	44,6	44,7	45,8	44,7	45,8	46	47,7	46,9	45,36
op.130 + 132	54,9	54,8	55,3	55,8	55,5	53,8	54,7	55,8	55,3	55,2	55,11
op.150	150,7	149,6	150,9	152,8	150,6	148,6	150,5	150,6	151,5	152,5	150,83

Tabulka 5.1 Výsledky časů manipulace

### Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

Tabulka 5.1 představuje přehled výsledků časů zjištěných při činnosti manipulace. Tzn. nakládání a vykládání dílů na dopravník stroje, převážení dílů pomocí manipulačních vozíků, manipulaci se schránkami pro díly a navážení dílů. Z této tabulky je zřejmé, že největší podíl manipulačních časů se vyskytuje u operátora provádějícího operace s označením 80 a 150 (svařování a kontrola ozubení).

Měření [min]											
Operace/Náměr	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8	č. 9	č. 10	$\bar{x}$
op.5 + 10	27,9	29,7	31,2	29,1	28,8	29,4	31,2	30	27,9	29,4	29,46
op.5 + 10	34,2	32,7	30,9	31,2	31,5	33,3	34,5	32,4	33	31,5	32,50
op.45	19,8	19,2	21,6	21	21,3	21	20,7	20,1	19,2	19,8	20,38
op.70+72	18,9	18,6	17,4	18	18	17,1	17,7	18,6	18,8	17,7	18,08
op.80 + 82	15,7	14,4	15,8	15,3	14,1	14,1	15,3	16,2	14,4	15	14,90
op.130 + 132	11,4	11,4	12,3	12,5	12,9	13,2	12,6	12,9	12	11,1	12,20
op.130 + 132	15,6	14,8	15,6	15,6	15,3	15,6	16,2	16,2	15,6	16,2	15,70
op.130 + 132	11,7	12,9	12,3	12,9	12	12	12,9	12,6	12,8	13,2	12,50
op.130 + 132	13,2	15	14,1	13,8	14,7	13,5	15	13,2	12,9	13,8	13,90
op.150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00

Tabulka 5.2 Výsledky časů měření

V tabulce 5.2 jsou uvedeny časy zahrnuté do kategorie měření. Jedná se o měření dílů na pracovišti, odnášení dílů na technickou kontrolu a přípravě dílů pro měření (čištění, ofukování). Největší hodnota těchto časů je na op.5 + 10 (soustružení).

Přecházení [min]											
Operace/Náměr	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8	č. 9	č. 10	$\bar{x}$
op.5 + 10	12	12,6	11,7	12,3	12,3	11,1	11,7	13,5	12	11,4	12,15
op.5 + 10	13,2	15	14,1	13,8	14,7	13,5	15	13,2	12,9	13,8	13,92
op.45	18,9	18,6	17,4	18	18	17,1	17,7	18,6	18	17,7	18,00
op.70+72	17,1	16,2	18	17,7	15,9	16,5	16,5	18	17,7	16,8	17,04
op.80 + 82	42,9	45,3	44,1	47,4	45	44,4	44,4	45,6	45	45,9	44,77
op.130 + 132	18,7	15	15,9	15,6	15,9	16,5	18	18,9	15,9	14,8	16,52
op.130 + 132	16,8	16,8	17,7	18,9	15,7	16,9	16,9	18,2	17,8	16,1	17,18
op.130 + 132	19,4	17,9	17,9	18,6	16,9	15,8	15,7	16,9	16,5	16,6	17,22
op.130 + 132	18,1	19,8	19,5	20,6	21,6	18,6	19,7	19,4	19,8	19,4	19,65
op.150	11,7	10,8	11,4	10,9	10,7	10,9	10,1	11,1	11,7	11,9	11,12

Tabulka 5.3 Výsledky časů přecházení

Tabulka 5.3 znázorňuje hodnoty, které byly naměřeny při činnostech zařazených do kategorie přecházení. Do této kategorie byly zahrnuty časy, kdy operátor přechází mezi stroji při vícestrojové obsluze a mezi vstupním a výstupním dopravníkem, tzn. přechody, kdy operátor nedrží díl. Největší hodnota těchto časů je na op. 45 (svařování).

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

Čekání [min]											
Operace/Náměr	č. 1	č. 2	č. 3	č. 4	č. 5	č. 6	č. 7	č. 8	č. 9	č. 10	x
op.5 + 10	56,2	58,3	55,8	54,9	54,7	55,6	52,8	52,8	58,7	56,7	55,65
op.5 + 10	62,9	60,9	58,4	60,6	57,3	58,7	57,8	58,7	56,1	56,9	58,83
op.45	63,6	56,9	54,9	58,6	59,2	58,8	59,6	58,4	59,3	58,6	58,79
op.70+72	65,8	67,8	67,5	67,3	68,2	68,8	69,6	67,5	67,2	66,6	67,63
op.80 + 82	11,4	11,4	12,3	12	12,9	13,2	12,6	12,9	12	11,1	12,18
op.130 + 132	96,5	96,6	98,7	96,8	96,9	97,2	96,8	95,2	96,7	96,6	96,84
op.130 + 132	101,9	101,1	101,5	102,8	101,5	101	101,3	103,7	101,3	101,4	101,79
op.130 + 132	102,9	104,1	106,5	104,8	104,5	104,8	105,3	104,7	104,3	104,4	104,59
op.130 + 132	90,6	91,5	91,6	91,3	91,4	91,2	90,4	91,5	91,7	91,6	91,32
op.150	18,3	18,9	18,6	18,7	19,2	18,6	19,4	19,8	18,6	18,8	18,05

Tabulka 5.4 Výsledky časů čekání

Tabulka 5.4 zahrnuje neproduktivní časy čekání, kdy operátor čeká na vyprázdnění dopravníku. Největší podíl neproduktivních časů se vyskytuje u op. 5 + 10, 45, 70 + 72, 130 + 132 (soustružení, frézování, ševingování a broušení). Proto budou nová opatření zaměřena na tyto operace, které se zaměří na snížení těchto časů.

Pro zpřehlednění všech výsledných průměrných hodnot ze všech měření byla sestavena tabulka 5.5. V pravých sloupcích barevných oblastí je uvedeno minutové zjištěných časových hodnot jednotlivých operací. V levých sloupcích jsou tyto hodnoty přepočítány na procenta.

Operace	Manipulace		Měření		Přecházení		Čekání	
	[%]	[min]	[%]	[min]	[%]	[min]	[%]	[min]
op.5 + 10	45,97	82,74	16,37	29,46	6,75	12,15	30,92	55,65
op.5 + 10	41,52	74,73	18,07	32,52	7,73	13,92	32,68	58,83
op.45	46,02	82,83	11,32	20,38	10,00	18,00	32,66	58,79
op.70+72	42,92	77,25	10,04	18,08	9,47	17,04	37,57	67,63
op.80 + 82	60,01	108,02	8,35	15,03	24,87	44,77	6,77	12,18
op.130 + 132	30,23	54,41	6,79	12,23	9,18	16,52	53,80	96,84
op.130 + 132	25,20	45,36	8,71	15,67	9,54	17,18	56,55	101,79
op.130 + 132	25,20	45,36	6,96	12,53	9,73	17,52	58,11	104,59
op.130 + 132	30,62	55,11	7,73	13,92	10,92	19,65	50,73	91,32
op.150	83,79	150,83	0,00	0	6,18	11,12	10,03	18,05

Tabulka 5.5 Výsledky vytížení operátorů

Například sloupec operátora op. 45 znázorňuje procentuální vytížení času manipulace hodnotou 46, 02 %, dále času měření 11,32%, času přecházení 10 % a času čekání 32,68%. Tyto hodnoty představují v součtu 100%, což se v minutovém vyjádření se rovná součtu 180 minut (sledovaná doba).

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

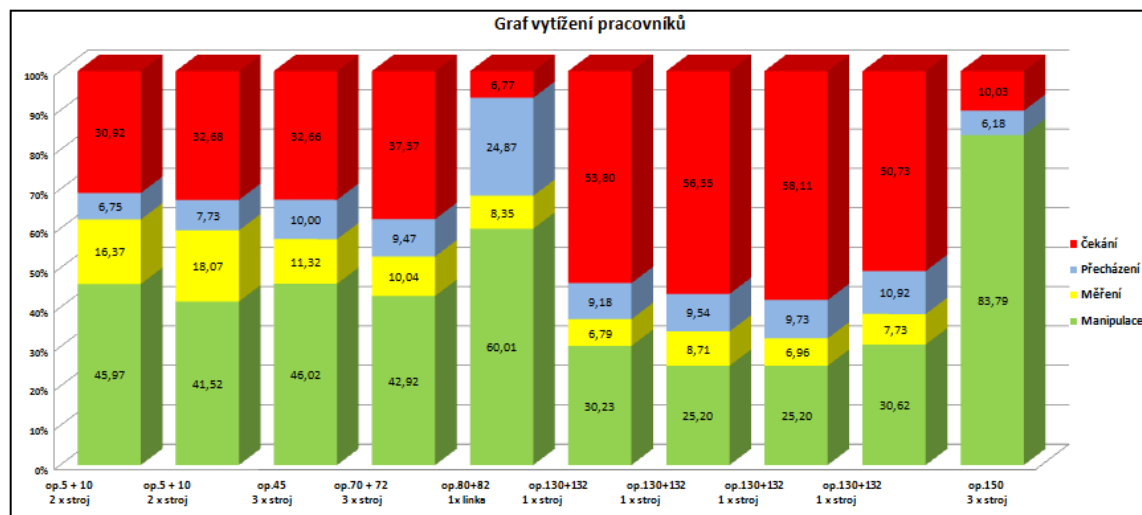
Výrobní operace/stroje	Průměrné Statistické veličiny	Manipulace [min]	Měření [min]	Přecházení [min]	Čekání [min]
op.5 + 10 (2xstroj)	$\bar{x}$	82,74	29,46	12,15	55,65
	$\sigma$	0,90	1,15	0,68	1,99
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 0,68$	$\pm 0,87$	$\pm 0,51$	$\pm 1,5$
op.5 + 10 (2xstroj)	$\bar{x}$	74,73	32,52	13,92	58,83
	$\sigma$	1,06	1,25	0,76	2,08
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 0,8$	$\pm 0,94$	$\pm 0,57$	$\pm 1,56$
op.45 (3xstroj)	$\bar{x}$	82,83	20,38	18,00	58,79
	$\sigma$	0,99	0,87	0,57	2,19
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 0,75$	$\pm 0,66$	$\pm 0,43$	$\pm 1,65$
op.70 + 72 (3xstroj)	$\bar{x}$	77,25	18,08	17,04	67,63
	$\sigma$	1,18	0,62	0,77	1,07
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 0,89$	$\pm 0,47$	$\pm 0,58$	$\pm 0,8$
op.80 + 82 (1xstroj)	$\bar{x}$	108,02	15,03	44,77	12,18
	$\sigma$	1,21	0,75	1,20	0,72
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 0,91$	$\pm 0,37$	$\pm 0,9$	$\pm 0,54$
op.130 (1xstroj)	$\bar{x}$	54,41	12,23	16,52	96,84
	$\sigma$	1,70	0,73	1,49	0,85
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 1,28$	$\pm 0,54$	$\pm 1,12$	$\pm 0,64$
op.130 (1xstroj)	$\bar{x}$	45,36	15,67	17,18	101,79
	$\sigma$	0,89	0,44	0,97	0,85
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 0,67$	$\pm 0,33$	$\pm 0,73$	$\pm 0,64$
op.130 (1xstroj)	$\bar{x}$	45,36	12,53	17,52	104,59
	$\sigma$	1,03	0,50	1,20	0,91
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 0,78$	$\pm 0,38$	$\pm 0,9$	$\pm 0,68$
op.130 (1xstroj)	$\bar{x}$	55,11	13,92	19,65	91,32
	$\sigma$	0,59	0,76	0,97	0,44
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 0,44$	$\pm 0,57$	$\pm 0,73$	$\pm 0,33$
op.150 (3xstroj)	$\bar{x}$	150,83	0,00	11,12	18,05
	$\sigma$	1,24	0,00	0,56	0,45
	$\bar{x}_{max}$	$\pm 0,93$	0,00	$\pm 0,42$	$\pm 0,34$

Tabulka č. 5.6 Statistické výpočty

Další zpracování výsledků je znázorněno v grafu 5.1. Na vodorovné ose je uvedeno číslo operace, pracovní stroj a počet strojů při jedno – dvou – tří strojové obsluze. Na svislé ose procentuální vyjádření jednotlivých činností. Každý sloupec grafu představuje jednoho operátora. Na grafu je vidět procentuální vytížení na jednotlivých operacích. Popisky hodnot jsou z důvodu přehlednosti zaokrouhleny.



## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav



Graf 5.1 Grafické znázornění vytížení operátorů

Například sloupec operátora op. 5 + 10 znázorňuje procentuální vytížení času manipulace hodnotou 45,97%, dále času měření 16,37%, času přecházení 6,75 % a času čekání 30,92 %. Tyto hodnoty představují v součtu 100%, což se v minutovém vyjádření rovná součtu 180 minut (sledovaná doba).

Dále je z grafu 5.1 zřejmé, že největší podíl neproduktivních časů čekání se vyskytuje na operacích č. 5 + 10, 45, 70 a 130, proto byla navrhovaná opatření zaměřena právě na tyto operace.

## 5.2. Opatření

V rámci diplomové práce byla navržena jednotlivá opatření vedoucí ke zvýšení produktivity. Tato opatření budou v diplomové práci pro zjednodušení označovány jako A, B. Návrhy na nová opatření byly seskupeny do celku. Výsledkem je nové technicko-organizační uspořádání, které bylo ve výrobním středisku 2143 aplikováno.

### 5.2.1. Rozbor opatření A

Opatření A představuje úsporu dvou operátorů z operace č. 130 + 132 – broušení a praní. Tím to se docílí snížení neproduktivních časů čekání.

Operace č. 130 + 132 je organizována jednostrojovou obsluhou. Stroj je obsazen jedním operátorem, který obsluhuje jeden pracovní stroj. Tato operace je ve středisku zastoupena 4 pracovními stroji, aby byla dodržena kapacita výroby. Dle zjištění z grafu 5.1

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

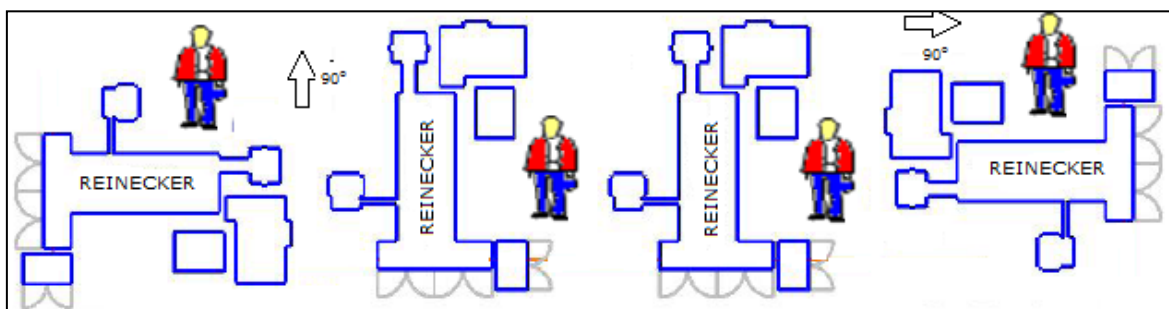
je zřejmé, že operátoři více než jednu polovinu sledované doby čekají a jsou tudíž neproduktivní.

### 5.2.1.1. Provedené úpravy opatření A

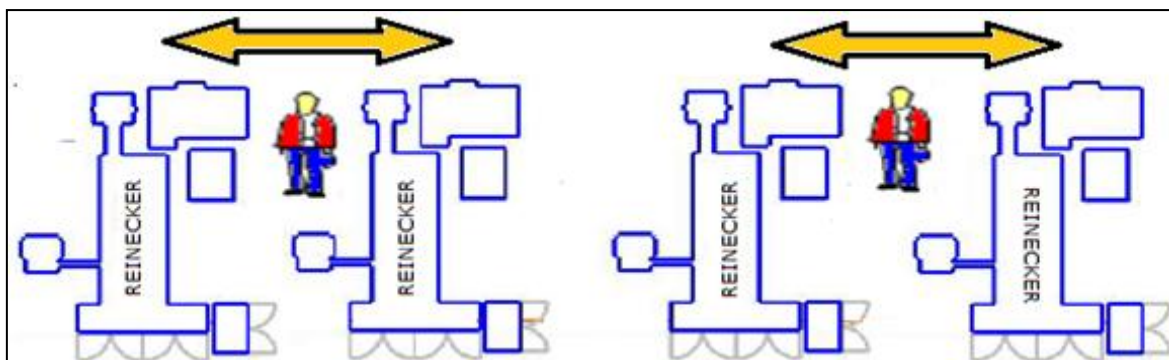
V případě aplikace opatření A bylo dosaženo zkrácení neproduktivního času čekání na operaci č. 130 + 132 - broušení a praní. Úspory bylo dosaženo změnou organizace práce na daných operacích. Jednotlivé změny v obsazení operací jsou popsány v následující kapitole.

Operaci č. 130 + 132 vykonává ve výrobním středisku čtyři operátoři, kteří obsluhují čtyři stroje. Z grafů 5.1 je zřejmé, že operátor téměř ze 60% času sledované doby čeká na vyprázdnění dopravníku. Po důkladné analýze pracoviště došlo k změně intervalu měření dílů otočení pracovních strojů Reinecker o 90° a vytvoření vhodných podmínek, aby byla vytvořena tzv. dvoustrojová obsluha na operacích č. 130 + 132. Tímto opatřením se podstatně zredukovaly neproduktivní časy, kdy operátor čekal na vyprázdnění dopravníku. Porovnání stavu před a po optimalizaci můžeme vidět na obrázku č. 5.1

a) Pracoviště před optimalizací



b) Pracoviště po optimalizaci

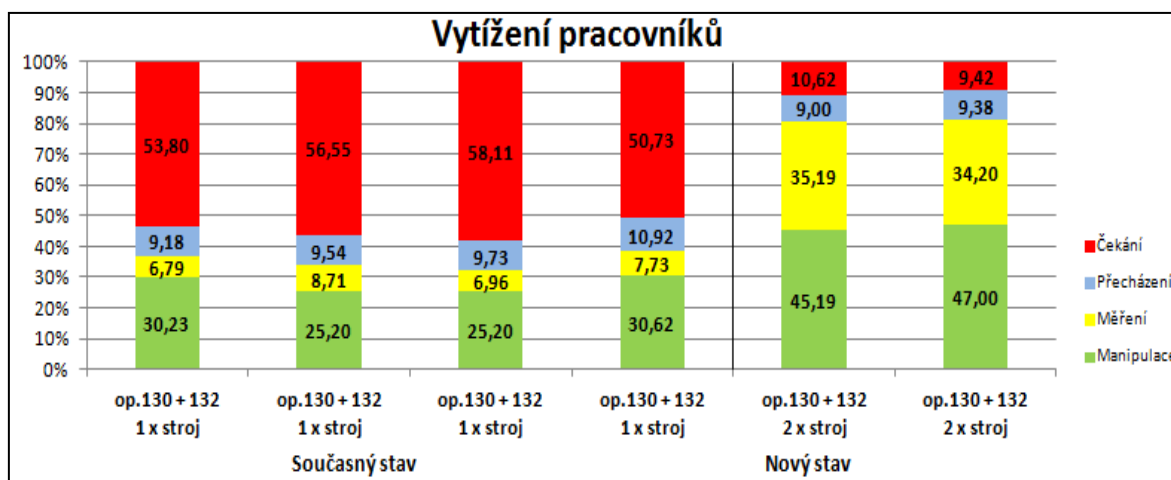


Obr. 5.1 Opatření A - porovnání výchozího a nového stavu op. č. 130

Úspory jsou znázorněny v grafu 5.2. Čtyři levé sloupce představují původní stav, při kterém byly níže popsané operace obsluhovány 4 operátory. Pravý dva sloupce značí nový stav po zavedených úpravách a ušetření dvou operátorů. Dále je na grafu č. 5. 2

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

ukázáno porovnání nové rozložení pracovních strojů a pracovníků. Opatření označené jako A se vztahuje na operaci č. 130 + 132.



Graf 5.2 Opatření A - porovnání vytížení pracovníků před a po optimalizaci op. 130

### 5.2.2. Rozbor opatření B

U opatření B došlo k úspoře dvou operátorů a zároveň zde došlo ke snížení neproduktivních časů čekání. Návrh nového opatření je uvedena níže. Tato opatření byla realizována na operacích č. 5 + 10 – soustružení, č. 45 – frézování a č. 70 - ševingování a č. 72 mezioperační praní.

V současné době musí pracovník ručně vkládat díly do zásobníku stroje a po opracování skládat do přepravních schránek a převážet na další operaci. Tato činnost se opakuje u všech uvedených operací. Cílem diplomové práce bylo eliminovat neproduktivní časy a navrhnout vhodná opatření, které jsou uvedena v grafu 5.3. Levá část cyklu značí původní stav a pravá část uvádí časové vytížení operátorů a nové rozložení pracovních strojů, kde je navržena vhodná automatizace. Operace č. 5 + 10 soustružení je ve výrobním středisku obsazena 4 stroji, které obsluhují 2 pracovníci na směnu. Z výchozího stavu grafu 5.1 je zřejmé, že vytížení těchto pracovníků není optimální. Na grafu je vidět, že téměř 35% ze sledované doby pracovník čeká na stroj.

Operace č. 45 – frézování je ve výrobním středisku osazeno 3 stroji, které obsluhuje 1 pracovník na směnu. Zde je pracovník dle analýzy vytížen téměř na 70 %. Tudíž je zřejmé, že pracovník 30% čeká na stroj a je neproduktivní.

Operace č. 70 + 72 – ševingování + praní je obsazeno 3 stroji a 1 pracím zařízením, které je ve výrobním procesu zařazeno po operaci č. 70 - ševingování hlavního

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

ozubení. Dle zjištění z grafu 5.1 je vidět, že operátor na těchto operacích čeká 37% sledované pracovní doby.

Vzhledem k tomu, že činnosti spojené s obsluhou operace č. 72 jsou pouze manipulační, nejsou zde žádné kontrolní operace a stroj pracuje v automatickém režimu, byla provedena úprava v organizačním uspořádání.

### **5.2.2.1. Provedené úpravy opatření B**

Základem pro optimální výrobu je vhodné rozmístění pracovních strojů. Dále navržený dopravníkový systém, kde dojde ke snížení manipulace s díly a tím snížení rizika poškození dílů.

Jako první úkol je správné otočení strojů Emag DUO na op.5 + 10 - soustružení. Zde muselo dojít k záměně postavení pracovních strojů. Na obrázku č. 5.2 je původní rozmístění.



Obr. 5.2 Původní rozmístění pracovních strojů

Po úpravách pracoviště jsou stroje přestěhovány zadními dvířky k sobě. Po novém rozložení budou stroje obsluhovány z vnější strany pracovní plochy (viz. obr. 5.3.)

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**



Obr. 5.3 Nové rozmístění pracovních strojů

Mezi stroje byl navržen a instalován dopravníkový systém obr. 5.4.



Obr. 5.4 Dopravníkový systém

Další částí návrhu je důležité sjednocení pracovních strojů Pfauter a Hurt. Zde se jedná o operace frézování a ševingování. Původní rozmístění strojů pro navrhované zefektivnění výroby je nevhodné, protože stroje nejsou postaveny tak, aby došlo k propojení frézování a ševingování. Zde muselo dojít k záměně ševingovacích strojů Hurt a jedné frézy. Můžeme vidět na obrázku číslo 5.5.

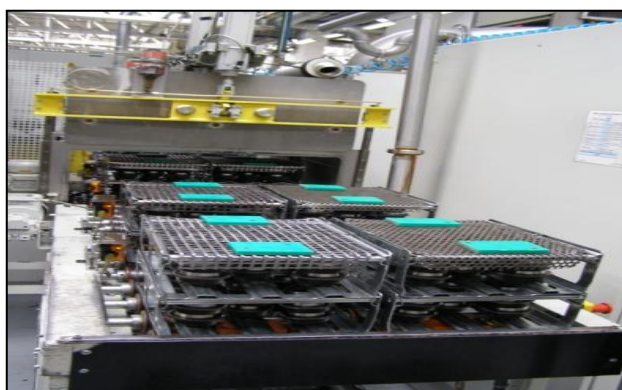


## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav



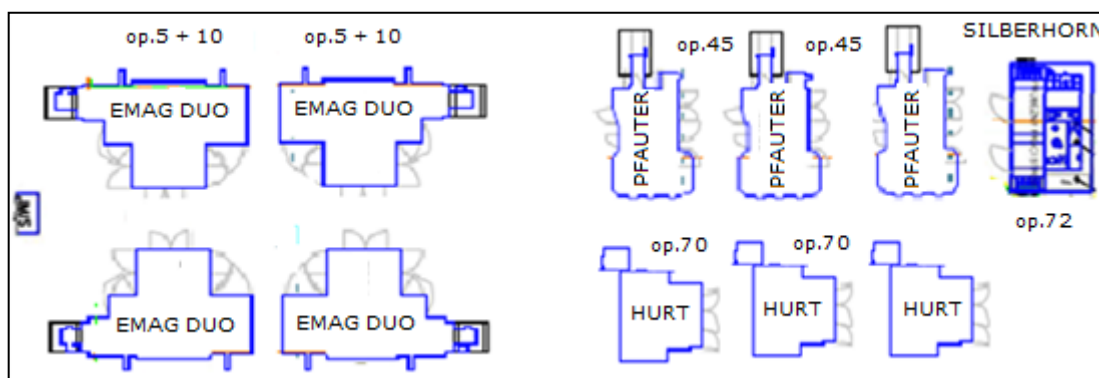
Obr. 5.5 Nové rozmístění ševingovacích a frézovacích strojů

Poslední částí stěhování strojů. Je odstěhování pracího zařízení Roll obr. 5.6 která je určená pro praní ozubených kol ve schránkách. Pro navrhované řešení zefektivnění výroby ozubených kole je tato pračka nevhodně konstrukčně řešena. Prací zařízení bude přestěhováno na jiné pracoviště ve středisku 2143



Obr. 5.6 Prací zařízení Roll

Na takto připravené pracoviště, které můžeme vidět na obrázku č. 5.7 Je připravené k instalaci dopravníkového systému.



Obr. 5.7 Layout nově přestěhovaných strojů

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Další důležitou částí je instalace dopravníkového systému mezi pracovní stroje Emag Duo, Pfauter, Hurt a Silberhorn. Tímto návrhem dojde k propojení pracovních strojů z op. 5 až po 72. Jedná se o operace soustružení, frézování, ševingování a praní. Dopravníkový systém je na obrázku č. 5.8.



Obr. 5.8 Dopravníkový systém

Dále na obrázku č. 5.9 je ukázáno předávání dílů ze stroje na dopravník a začlenění čtvrtého stroje Emag do zřetězení. V případě výroby čtvrtého stroje se určí podle přehození prepážky a sklopení slzičkového plechu do jaké dráhy mají díly přejíždět. Každá dráha převáží jiné ozubená kola tj. 3, 4, 5 rychlost k přesně definovaným překladačům, které díly vkládají a překládají do frézovacích a ševingovacích strojů.

V případě, že by došlo k nesprávnému převezení ozubených kol do správných drah následovalo by zastavení výroby a vznik zbytečného prostojů.



Obr. 5.9 Křižovatka předávání díl

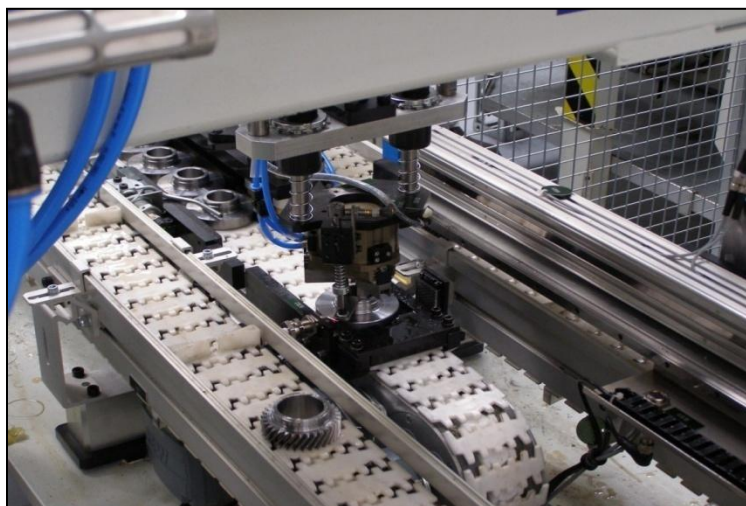
### **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Po instalaci dopravníku je další úkol instalovat manipulátory mezi op.45 a 70 obr. 5.10. Tato zařízení umožní překládání dílů z dopravníkového pásu na dopravník stroje Pfauter. Dále přeloží díly na stroj Hurt a zpátky vrátí díly na dopravníkový systém, který odváží díly do průběžné pračky.



Obr. 5.10 Manipulátory na op.45 - 70

Ozubená kola jsou odvážena hned po operaci ševingování. Na pásu jsou definovány pozice tak, aby díly při přejíždění vzájemně do sebe nenarážely a nedocházelo k poškození ozubení obr. 5.11.



Obr. 5.11 Oddělovací dopravník

Po přejetí dílů před pračku dojde k zastavení pásu na pozici snímače a přesunutí ozubeného kola do pracovního zařízení. Zde jsou dodrženy mezery mezi jednotlivými díly. Přesouvací zařízení je na obrázku č. 5.12



**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**



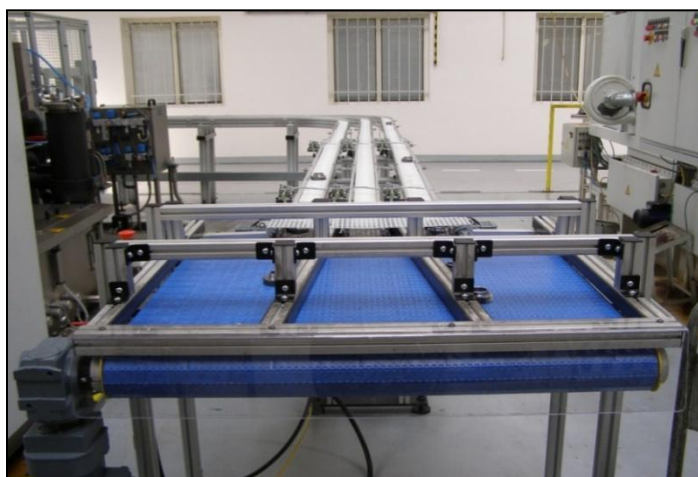
Obr. 5.12 Přesouvací zařízení

Po odmaštění a vysušení jsou díly přesunuty z dopravníku pračky na 3 dráhový dopravník za pračkou obr. 5.13.



Obr. 5.13 Tří dráhový dopravník

Dopravník odváží odmaštěné, suché a opracované díly na tzv. kumulační dopravník. Zde dochází k shromažďování dílů a vytváří se zásoba hotových dílů obr. 5.14.



Obr. 5.14 Kumulační dopravník

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Na jednotlivých drahách je světelná závora s koncovým spínačem, který hlídá naplnění jednotlivých drah obrázek č. 5.15.



Obr. 5.15 Světelná závora s koncovým spínačem

Při naplnění dílu z některých drah dojde k rozsvícení informačního světla pro obsluhu, že je dráha plná. Tímto signálem dojde k zastavení přesouvání dílů do pračky. Do té doby než dojde k vyložení dílů z jedné ze tří dráh.

Nově obsluhu odmašťujícího stroje Silberhorn obr. 5.16 zastává operátor z operace č. 45 a 70. Tímto přesunem došlo k úspoře jednoho operátora a rovnoměrnému vytížení ostatních operátorů výroby.

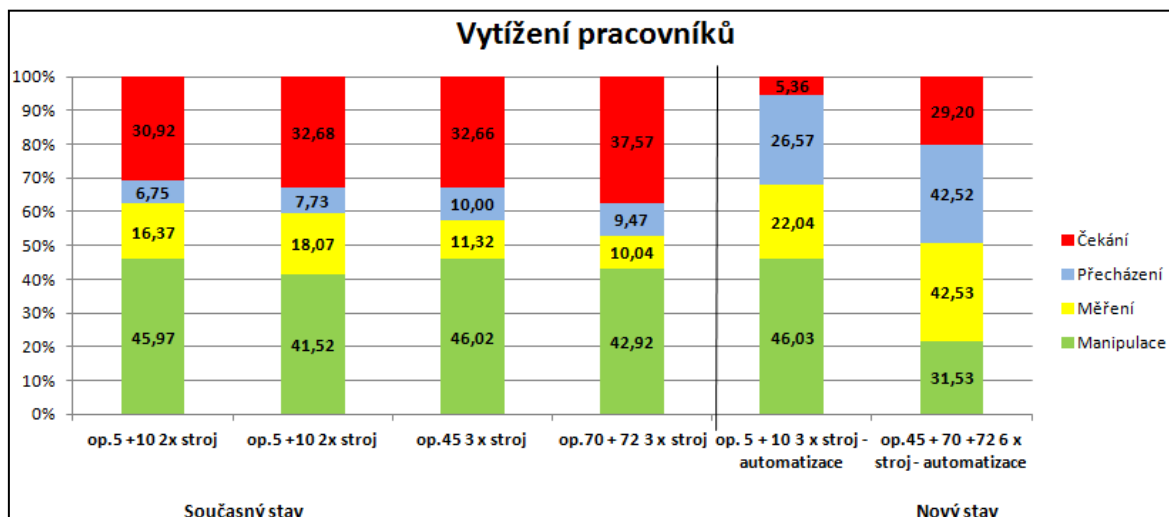


Obr. 5.16 Odmašťovací zařízení Silberhorn

Z grafu 5.3 je po provedených úpravách zřejmé nové časové vytížení operátorů. Výchozí časy čekání v rozsahu 30,92% pro operátory z op. č. 5 + 10. U operátora z op. 45 je 32,66 % a na op. 70 + 72 je nevytížení 37,57%.

Po aplikaci technicko-organizačních opatření označených B sníženy na hodnoty uvedené v pravých sloupcích. Původní obsazení čtyřmi operátory bylo zredukováno na dva operátory.

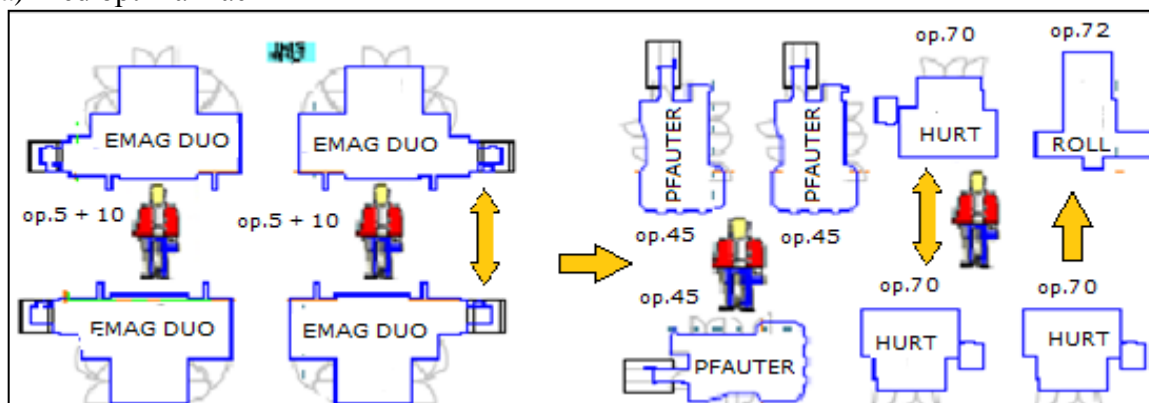
# Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav



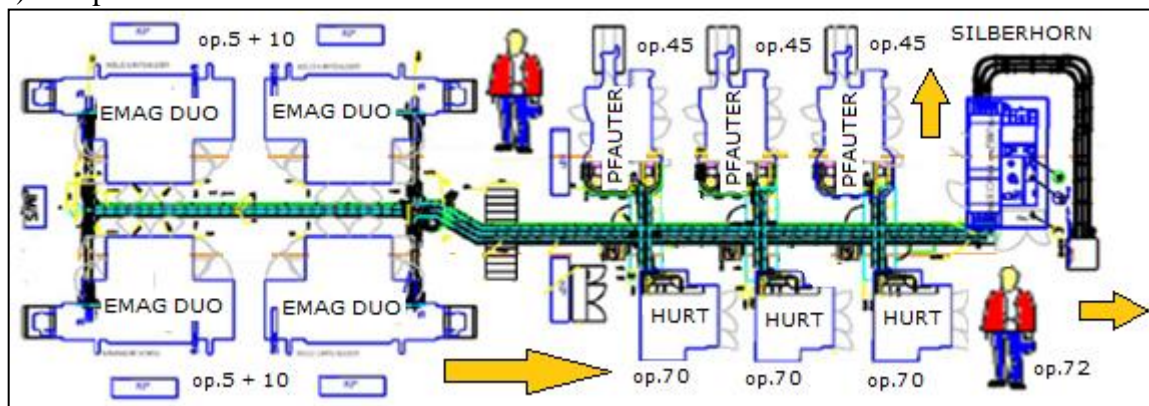
Graf. 5.3 Opatření B - vytížení pracovníků před a po optimalizacích na op. 5 - 72

Na obrázku č. 5.17 je porovnání současného pracoviště s přestěhováním, instalováním dopravníkového systému a začlenění do výroby překládacích zařízení mezi operací 45 - 70.

a) Před optimalizací



b) Po optimalizaci



Obr. 5.17 Opatření B - Výrobní pracoviště před a po optimalizaci op. 5 - 72

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

### 5.3. Popis výrobního střediska po aplikaci daných opatření

Po aplikaci všech opatření pracuje ve výrobním středisku o 4 operátory v každé směně méně oproti výchozímu stavu. Výrobní kapacita 860ks za směnu zůstala zachována. Nové obsazení operací je uvedeno v tabulce 5.7.

Operace č.	Název operace	Označení stroje	Počet operátorů
5 + 10	Soustružení	Emag Duo	2
45	Frézování	Pfauter	
70	Ševingování	Hurt	
72	Praní	Silberhorn	
80	Svařování	PTR -svař.linka	1
130	broušení průměru	Reinecker	2
147	Praní	Aktivit	
150	kontrola ozubení	Cm - Digit	1
<b>Celkem</b>			<b>6</b>

Tabulka 5.7 Nové obsazení výrobního střediska

V rámci opatření A došlo na operaci č. 130 broušení k úspoře operátora. Činnost tohoto operátora byla rozdělena mezi oba operátory z operace 130 s cílem jejich rovnoměrného vytížení. Dále byl v rámci opatření A přesunut stroj Reinecker vykonávající operaci č. 130 tak, aby byla co nejoptimálnější obsluha stroje pro dvoustrojovou obsluhu. Došlo k otočení stroje o 180 °obrázek č.

Opatřením B bylo dosaženo zkrácení času čekání na operacích č. 5 + 10 soustružení, č. 45 - frézování a operaci č. 70 - ševingování. Této úspory bylo dosaženo změnou organizace práce na daných operacích. Na tomto opatření došlo k přestěhování 10 pracovních strojů. Jako první došlo k přestěhování strojů Emag. Zde došlo k záměně strojů. Nově jsou stroje ovládacím panelem do manipulačních uliček viz obr. 5.7. Dále muselo dojít přestěhování stroje Pfauter na op. 45 tak aby byly všechny 3 stroje vedle sebe. Nově přestěhované stroje jsou za sebou podle výroby jednotlivých typů ozubených kol.

Předposlední úkol bylo přestěhování ševingovacích strojů Hurt proti frézovacím strojům Pfauter. Po přestěhování jsou pracovní stroje proti sobě. Poslední úkol bylo



**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

odstěhování pračky Roll na nové místo a po - té nastěhování nové průběžné pračky Silberhorn.

Po kompletním přestěhování pracovních strojů došlo nejprve k otočení výstupních gravitačních dopravníků na strojích Emag VSC a následně k instalaci překládacích stanic, které před vysunutím ozubeného kola otočí díl o 180° a pak dojde k přeložení dílu na gravitační dopravník. Takto polohovaný díl je výchozí základna pro upnutí dílů před operací frézování a ševingován viz obrázek 5.18.



Obr. 5.18 Výrobní pracoviště před a po optimalizaci

Následně došlo k instalaci dopravníkového systému mezi pracovní stroje Emag, Pfauter, Hurt a Silberhorn. Mezi stroji Pfauter a Hurt došlo k instalaci portálových zakladačů dílů. Každá dvojice strojů je propojena dvěma překladači, které jsou na obrázku č. 5.19.



Obr. 5.19 Portálové překladače

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

Důvodem použití dvou překladačů bylo, že nesmělo dojít k zamaštění dílů při překládání na dopravník. Před a po stroji Silberhorn byly nainstalovány přesouvače obr. 5.20 obrázek dílů, které vkládají a po odmaštění vykládají díly ze stroje Silberhorn.



Obr. 5.20 Přesouvací zařízení

Jako poslední bylo naistalování dopravníku po op. 72 praní. Na konci dopravníků je tzv. komulační dopravník, kde se díly shromažďují a tím dochází k zásobě dílů na dopravníku. Tímto způsobem dochází pracovník jednou za 45min k dopravníku kde skládá díly do schránek a tímto připravuje na další operaci. Na dopravníku jsou indikátory zaplnění jednotlivých drah. Když dojde k zaplnění jedné ze tří drah tak dojde k zastavení nakládání dílů do pračky. Do té doby než pracovník odstraní hlášení na panelu ovládání. Nově jsou operace č. 5 + 10, 45, 70 a 72 obsazeny dvěma pracovníky.

### **5.4. Ekonomické hledisko**

Zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3 – 5 rychlosti převodovky MQ 200 byla dosažena úspora čtyř výrobních pracovníků při zachování produkce 860 ks ozubených kol 3 – 5 rychlosti za směnu.

Na základě navržených opatření došlo ke snížení personálního obsazení z původních 10 operátorů na současných 6 operátorů v jedné směně. Celková úspora je tedy 12 operátorů ve třech směnách.

Počet operátorů potřebných na výrobu je základem pro stanovení personálních nákladů, které jsou součástí nákladů na vyrobený díl.

Personální náklady na jednoho operátora jsou v současné době stanoveny ve Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav částkou cca. 390 000 Kč/rok. Celková úspora v

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

personálních nákladech činí 4 680 000 Kč/rok pro 12 ušetřených operátorů (pozn. čtyři v každé ze tří směn).

Z hlediska komplexního zhodnocení je třeba započítat náklady na technická řešení. Prvním z těchto řešení je otočení stroje Reinecker operace č. 130. Náklady na přesunutí činní 95 500 Kč.

Druhým technickým řešením je přestěhování 8 obráběcích strojů a 2 praček podle návrhu. Náklady na stěhování byly stanoveny 1 050 000 Kč.

V těchto třech částkách jsou zahrnuty komplexní náklady, které zahrnují úpravy rozvodů elektřiny, chladicí kapaliny a náklady stěhovací firmy včetně dopravy.

Byly vyčísleny náklady na nové značení komunikací v hodnotě 17 000 Kč, dále bylo přemístěno a upraveno kontrolní pracoviště op. 5 +10,45 a 70 v částce 26 200 Kč a reorganizována plocha pro odkládací palety v částce 8800 Kč.

Po novém uspořádání pracoviště došlo od op. 5 - 72 k instalaci dopravníkového systému a součástí jsou portálové překladače na překládání dílů mezi operací 45 - 70. Dále byly v rámci diplomové práce instalovány přesouvací stanice, které vkládají a vykládají díly do a z pračky Silberhorn. Kompletní náklady na celý projekt činily 6 550 000 Kč.

Pro zpřehlednění byly tyto částky seskupeny v tabulce 4.7. První část zahrnuje jednotlivé náklady na technická opatření, které celkově činní 6 550 000 Kč.

Jako další část finančního rozpadu je stěhování strojů, značení komunikací a stěhování kontrolních pracovišť. Tato částka je v součtu 1 197 500 Kč.

V dalším řádku je uvedena úspora personálních nákladů v hodnotě 4 680 000/rok Kč za 4 ušetřené operátory v nákladovém středisku NS 2143. Ve Škodě Auto je pravidlo, že návratnost ušetřených nákladů za pracovníky je možné vynásobit 2x, abychom měli max možnou návratnost do dvou let. Tím dostaneme max možné investice, které lze do řešení investovat. Vše je rozepsáno přehledně v tabulce. 5.8.

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

Ekonomické zhodnocení	
Přestěhování 8 obráběcích strojů a 2 praček	1 050 000 Kč
Otočení stroje Reinecker	95 000Kč
Označení zón pro manipulační vozíky	17 000 Kč
Přemístění a úprava kontrolního pracoviště op. 5+ 10,45 a 70	26 200 Kč
Reorganizace odkládacích ploch	8 800 Kč
Celkem náklady na stěhování	1 197 500Kč
Technické řešení – zřetězení	6 550 000 Kč
<b>Celkové náklady na projekt</b>	<b>7 747 500 Kč</b>
Úspora personálních nákladů za rok	4 680 000 Kč
<b>Celkové ušetřené personální náklady za dva roky</b>	<b>9 360 000 Kč</b>

Tabulka 5.8 Ekonomické zhodnocení

Návratnost vložených prostředků lze stanovit podílem nákladů na technická opatření a uspořené personálních nákladů za dva roky.

$$\frac{9360000}{7747500} = 1,2 \text{ roku} \quad (5.1)$$

Návratnost nákladů je 1,2 roku což je v pořádku z hlediska podmínky do dvou let, která je stanovena investičním výborem. U navržených opatření označených jako A, B je tedy návratnost v pořádku.

V rámci řešení práce bylo zvýšení produktivity dosaženo úspory výrobních operátorů při zachování dosavadního objemu výroby ozubených kol 3,4,5 rych. Původní počet 10 výrobních pracovníků v jedné směně byl snížen na 6 operátorů.

Zvýšení produktivity se určí jako podíl nového počtu operátorů po provedených úpravách a původního počtu operátorů s propočtem do 100% (viz. vzorec 4.1). Nárůst produktivity tedy odpovídá 40%.

$$\text{Zvýšení produktivity} \quad 1 - \frac{Q_N}{Q_P} \cdot 100\% = 1 - \frac{6}{10} \cdot 100 = 40\%$$

kde:

$Q_N$ ...nový počet operátorů

$Q_P$ ...původní počet operátorů



## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

### **6. Diskuze navrhovaného řešení a porovnání se současným stavem**

Cílem předkládané diplomové práce je zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3,4,5 rych převodovky MQ 200 ve Škoda Auto a.s., závod Mladá Boleslav. Řešení spočívá v časové analýze činností operátorů a návrhu na opatření vedoucím ke zvýšení produktivity výroby.

Požadavkem zadavatele této práce bylo zvýšení produktivity nejméně o 10% oproti současnému stavu.

Kapitola 2 popisuje historii výroby agregátů ve Škoda Auto a.s., Mladá Boleslav, která výrobu převodovek zahrnuje a dále konstrukci samotné převodovky MQ 200. V další část této diplomové práce je kapitola 3, která je věnována popisu jednotlivých výrobních operací hnaného hřídele převodovky MQ 200. Vše je doprovázeno fotodokumentací z jednotlivých výrobních operací. Celkový pohled na nákladové středisko NS 2143, v němž se výroba kol 3,4,5 rych. uskutečňuje je znázorněn v layoutu na obrázku 3.20.

V následující kapitole 4 je uvedena problematika měření spotřeby času operátorů pomocí snímku pracovní doby, způsob měření a hodnocení výsledků spolu s informativní grafem 4.1. Dále je zde ve stručnosti uveden význam produktivity a způsob výpočtu použitý v rámci řešení této práce.

Vlastnímu řešení je věnována celá kapitola 5. Je zde popsána analýza vytížení operátorů, ze které byly získána data uvedená viz. tab. (5.1 - 5.4). Tabulky jsou pro přehlednost barevně odlišeny. Pro zpřehlednění výsledných průměrných hodnot ze všech měření byla sestavena tabulka 5.5 s výsledky vytížení operátorů a tyto hodnoty byly dále znázorněny v grafu 5.1.

V rámci řešení diplomové práce byla navrhována nová opatření vedoucí ke zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3,4,5 rych. Tato jednotlivá opatření byla označena písmeny A, B.

V případě aplikace opatření A, které se týkalo operace č. 130 - broušení, došlo k úspoře dvou výrobních pracovníků. Nově mají tuto operaci mezi sebe rozdělenou operátoři z operace č. 130 - broušení.

Opatření bylo realizováno využitím neproduktivních časů obou operátorů z operace 130, kdy operátoři čekali na dokončení operace broušení průměrů a kuželů.

Současně došlo k otočení stroje Reinecker tak, aby měl pracovník lepší ergonomické podmínky při obsluze dvou strojů.

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

V rámci opatření B bylo dosaženo úspory dvou pracovníků ve směně reorganizací na operacích č. 5+10, 45, 70 a 72. Zde došlo k zřetězení pracoviště. Instalací dopravníkového a portálového systému. Tím došlo ke snížení pracovníků a snížení manuální činnosti pro zbylé pracovníky.

Nově jsou tyto operace zajištěny dvěma operátory v každé směně místo původních čtyřech operátorů. Jeden pracovník zajišťuje obsluhu na operacích č. 5 +10, kde je potřeba ruční vkládání do třech obráběcích strojů. Druhý operátor zajišťuje obsluhu na operacích č. 45, 70 a 72, který obstarává 6 obráběcích strojů a 1 pračky. Tento pracovník pouze kontroluje díly dle KPO mezi jednotlivými operacemi a po vyprání dílů v pračce vykládá díly do schránek.

Výsledky vytížení operátorů spolu s novým přerozdělením operací po výše zmíněných opatřeních jsou uvedeny v tabulce 6.1. V pravých sloupcích jednotlivých barevných oblastí je uvedeno procentuální vyjádření zjištěných časových hodnot ze sledované doby, v levém sloupci čas v jednotkách minut ze sledované doby kde 180 minut = 100%

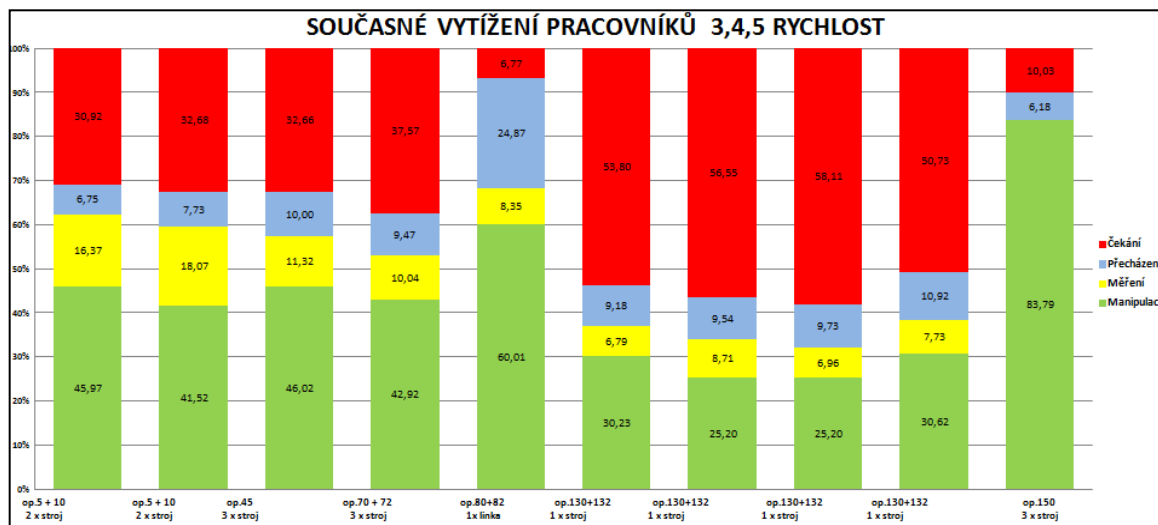
Operace	Manipulace		Měření		Přecházení		Čekání	
	[%]	[min]	[%]	[min]	[%]	[min]	[%]	[min]
<b>op.5 +10</b>	46,6	83,9	21,5	38,7	27,4	49,3	4,5	8,1
<b>op.45 + 70 +72</b>	31,5	56,7	12,0	21,6	42,5	76,5	14,0	25,2
<b>op.80 + 82</b>	61,2	110,2	5,4	9,7	24,1	43,4	9,3	16,7
<b>op.130 + 132</b>	44,6	80,3	33,6	60,5	9,5	17,1	12,3	22,1
<b>op.130 + 132</b>	45,4	81,7	35,5	63,9	10,7	19,3	8,4	15,1
<b>op.150</b>	84,7	152,5	0,0	0,0	6,8	12,2	8,5	15,3

Tabulka 6.1 Výsledky vytížení operátorů po provedených opatřeních

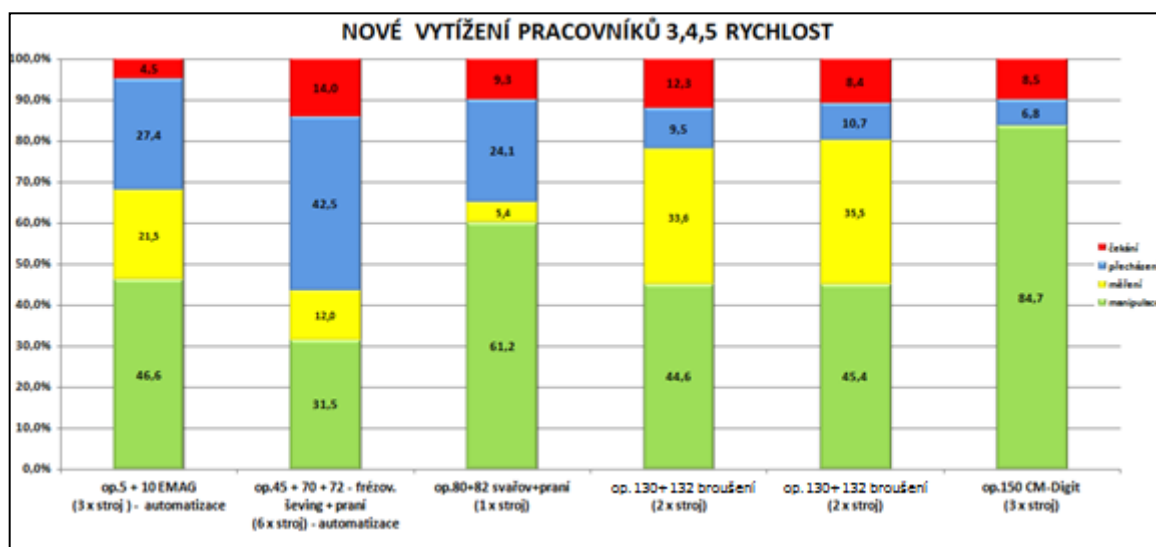
Grafické znázornění výsledků, spolu s porovnáním původního stavu a stavu po zavedení navrhovaných opatřeních je uvedeno v grafu 6.1.

## Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

### a) Pracoviště před opatřeními



### a) Pracoviště po navržených opatřeních



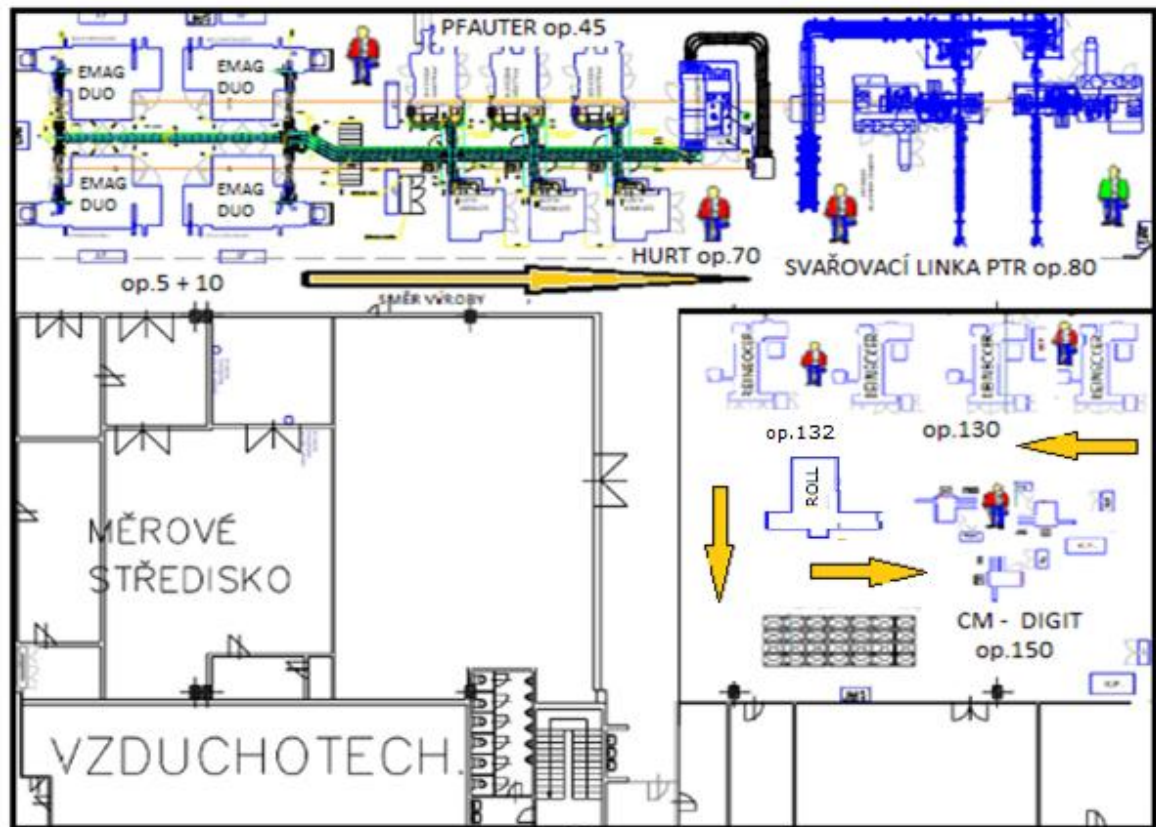
Graf. 6.1 Vytížení operátorů před a po provedených opatřeních

Z grafu 6.1 je zřejmé, že největší podíl neproduktivních časů kdy operátor čekal na vyprázdnění dopravníku byl na operacích č. 5 + 10, 45, 70 a 130.

Po provedených opatřeních došlo ke snížení těchto časů u operace 5+10 z původního stavu 30,92 % na hodnotu 4,5% pro operátora obsluhující tuto operaci u druhého operátora, který obsluhuje op. 45 + 70 došlo ke snížení časů z původních 33 % na hodnotu 14 %.

# Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

V případě přeorganizování operátorů na operacích č. 130 došlo k úspoře časů čekání z původních hodnot 54% na hodnotu 12%. Celkový layout pracoviště po uvedených opatřeních je na obr. 6.1.



Obr. 6.1 Výrobní pracoviště po zefektivnění

## **Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav**

### **7. Shrnutí a zhodnocení dosažených výsledků a vyvození závěrů.**

Předložená diplomová práce se zabývala časovou studií činností operátorů a návrhem na opatření, která vedla ke zvýšení produktivity výroby ozubených kol 3,4,5 rych pro převodovku MQ 200 v Škoda Auto a.s., v závodě Mladá Boleslav.

Úvodní část práce podává informace o výrobě převodovky MQ 200 s popisem jednotlivých výrobních operací a dále následuje časová analýza současného stavu.

Na základě zjištěných výsledků dle popsané metodiky měření v kapitole 4.3, byla navržena nová technicko-organizační opatření, při kterých došlo k úspoře 4 operátorů v každé směně při současném zachování produkce výroby a zároveň došlo ke snížení neproduktivních časů oproti výchozímu stavu.

Z ekonomického hlediska byla vyčíslena celková dvou roční úspora v nákladech hodnotou 9 360 000 Kč, která umožnila investovat do reorganizace pracoviště.

Dále došlo k ušetření 4 operátorů, a tím ke zvýšení produktivity o 36,4 % oproti původnímu stavu. Z výsledku vyplývá, že cílů této diplomové práce bylo dosaženo.

Tato dílčí zlepšení v celosvětovém automobilovém podniku, kterým firma Škoda Auto a.s. bezesporu je, dává v budoucnosti naději splnit cíle, kterým se tato firma zavázala. Do roku 2018 by se měl prodej vozů Škoda Auto a.s., dostat až na hranici 1 500 000 automobilů, což je ve srovnání s rokem 2010 zdvojnásobení produkce. K nárůstu výroby převodovek by měla přispět také nová převodovka DQ 200, která se bude vyrábět v pobočném závodě Škoda Auto a.s., Vrchlabí v počtu 1000 kusů denně.

V současné době jsou všechna opatření zrealizována podle jednotlivých dílčích návrhů. Do budoucna je velice důležité pracovat na neustálém zvyšování kvality, snižování nákladů a zvyšování produktivity. Tímto způsobem můžou na trhu uspět jen ty nejsilnější stabilní firmy. Když firmy nebudou pracovat na neustálém zlepšování výrobního procesu tak budou převálcovány jinými firmami, které se tímto způsobem zabývají.

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

### **Seznam použité literatury**

- [1] ZELENKA, A., PRECLÍK, V., HANINGER, M. *Projektování procesů obrábění a montáží*. 2. vyd. ČVUT, 1999. ISBN 80-01-02013-4.
- [2] ZELENKA, A. *Projektování výrobních procesů*. 1. vyd. ČVUT, 1983. ISBN - .
- [3] ŠKODA Auto a.s., Mladá Boleslav: *Dílenská příručka Fabia, Převodovka 02T*, 2003
- [4] VINGER, M., ZELENKA, A., KRÁL, M. *Metodika projektování výrobních procesů*. vyd. Vydavatelství technické literatury SNTL Praha, 1984. ISBN
- [5] NOVÁK, J., ŠLAMPOVÁ, P.: *Racionalizace výroby*, VŠB – Technická univerzita, Ostrava, 2007
- [6] KRÁLÍK, J.: *100 let historie automobilů L&K - Škoda*, Brno, 2005

### **Internetové zdroje**

- [7] ŠKODA Auto a.s., Mladá Boleslav: Intranet VAP ŠKODA AUTO
- [8] ŠKODA Auto a.s., Mladá Boleslav: Prezentace CC VAP.pdf
- [9] ŠKODA Auto a.s., Mladá Boleslav: Prezentace závodu VA.pdf

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

## **Seznam příloh**

1. Výkres kola 3. rychlostního stupně
2. Výkres kola 4. rychlostního stupně
3. Výkres kola 5. rychlostního stupně
4. Dopravníkový systém
5. Přesouvací stanice
6. Portálové překladače
7. Kompletní rozmístění strojů a instalace dopravníků a překladačů
8. Kontrolní plán operace ( KPO)
9. Technologický postup
10. Pozorovací list
11. Převodovka MQ 200

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

## **Seznam použitých obrázků, tabulek a grafů**

Obr. 2.1 Voituretta

Obr. 2.2 Motor Škoda

Obr. 2.3 Převodovka MQ 200

Obr. 2.4 Přehled vozu pro převodovku MQ 200

Obr. 2.5 Výrobní hala M6

Obr. 2.6 Skříň převodovky MQ 200

Obr. 2.7 Hnací hřídel převodovky MQ 200

Obr. 2.8 Hnaný hřídel převodovky MQ 200

Obr. 2.9 Držák ložisek převodovky MQ 200

Obr. 2.10 Diferenciál převodovky MQ 200

Obr. 2.11 Řazení převodovky MQ 200

Obr. 2.12 Kinematické schéma

Obr. 2.13 Vnitřní díly

Obr. 2.14 Řadící mechanismus

Obr. 2.15 Skříň převodovky

Obr. 2.16 Modelové zařízení

Obr. 2.17 Kompletní převodovka

Obr. 3.1 Manipulační vozík

Obr. 3.2 Vstupní materiál – výkovek

Obr. 3.3 Soustruh EMAG VSC DUO 200

Obr. 3.4 Obrobek po operaci 5

Obr. 3.5 Obrobek po operaci 10

Obr. 3.6 Frézka značky PRFAUTER se zásobníkem

Obr. 3.7 Obrobek po operaci č. 45

Obr. 3.8 Obrobek po operaci č. 70

Obr. 3.9 Schránky s obrobky na dopravníku stroj ROLL pro operaci odmašťování

Obr. 3.10 Svařovací linka PTR

Obr. 3.11 Synchronní věnec kola

Obr. 3.12 Rošt tepelného zpracování

Obr. 3.13 Speciální palety

Obr. 3.14 Obrobek po operaci č. 130

Diplomová práce

Bc. David Radušek



**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

- Obr. 3.15 Pracovní stroj CM - Digit
- Obr. 3.16 Odvalovací kolo
- Obr. 3.17 Speciální paleta na hotové díly
- Obr. 3.18 Současné řezné nástroje
- Obr. 3.19 Kontrolní pracoviště
- Obr. 3.20 Současný layout pracoviště a personální obsazení
- Obr. 5.1 Opatření A - porovnání výchozího a nového stavu op. č. 130
- Obr. 5.2 Původní rozmístění pracovních strojů
- Obr. 5.3 Nové rozmístění pracovních strojů
- Obr. 5.4 Dopravníkový systém
- Obr. 5.5 Nové rozmístění ševingovacích a frézovacích strojů
- Obr. 5.6 Prací zařízení Roll
- Obr. 5.7 Layout nově přestěhovaných strojů
- Obr. 5.8 Dopravníkový systém
- Obr. 5.9 Křižovatka předávání dílů
- Obr. 5.10 Manipulátory na op. 45 - 70
- Obr. 5.11 Oddělovací dopravník
- Obr. 5.12 Přesouvací zařízení
- Obr. 5.13 Tří dráhový dopravník
- Obr. 5.14 Kumulační dopravník
- Obr. 5.15 Světelná závora s koncovým spínačem
- Obr. 5.16 Odmašťovací zařízení Silberhorn
- Obr. 5.17 Opatření B - Výrobní pracoviště před a po optimalizaci op. 5 - 72
- Obr. 5.18 Výrobní pracoviště před a po optimalizaci
- Obr. 5.19 Portálové překladače
- Obr. 5.20 Přesouvací zařízení
- Obr. 6.1 Výrobní pracoviště po zefektivnění

Tabulka 3.1 Přehled prováděných operací při výrobě ozubených kol

Tabulka 3.2 Přehled strojů a operací

Tabulka 4.1 Informativní tabulka

Tabulka 5.1 Výsledky časů manipulace

Tabulka 5.2 Výsledky časů měření

**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

Tabulka 5.3 Výsledky časů přecházení

Tabulka 5.4 Výsledky časů čekání

Tabulka 5.5 Výsledky vytížení operátorů

Tabulka č. 5.6 Statistické výpočty

Tabulka 5.7 Nové obsazení výrobního střediska

Tabulka 5.8 Ekonomické zhodnocení

Tabulka 6.1 Výsledky vytížení operátorů po provedených opatřeních

Graf. 4.1 Informativní graf

Graf 5.1 Grafické znázornění vytížení operátorů

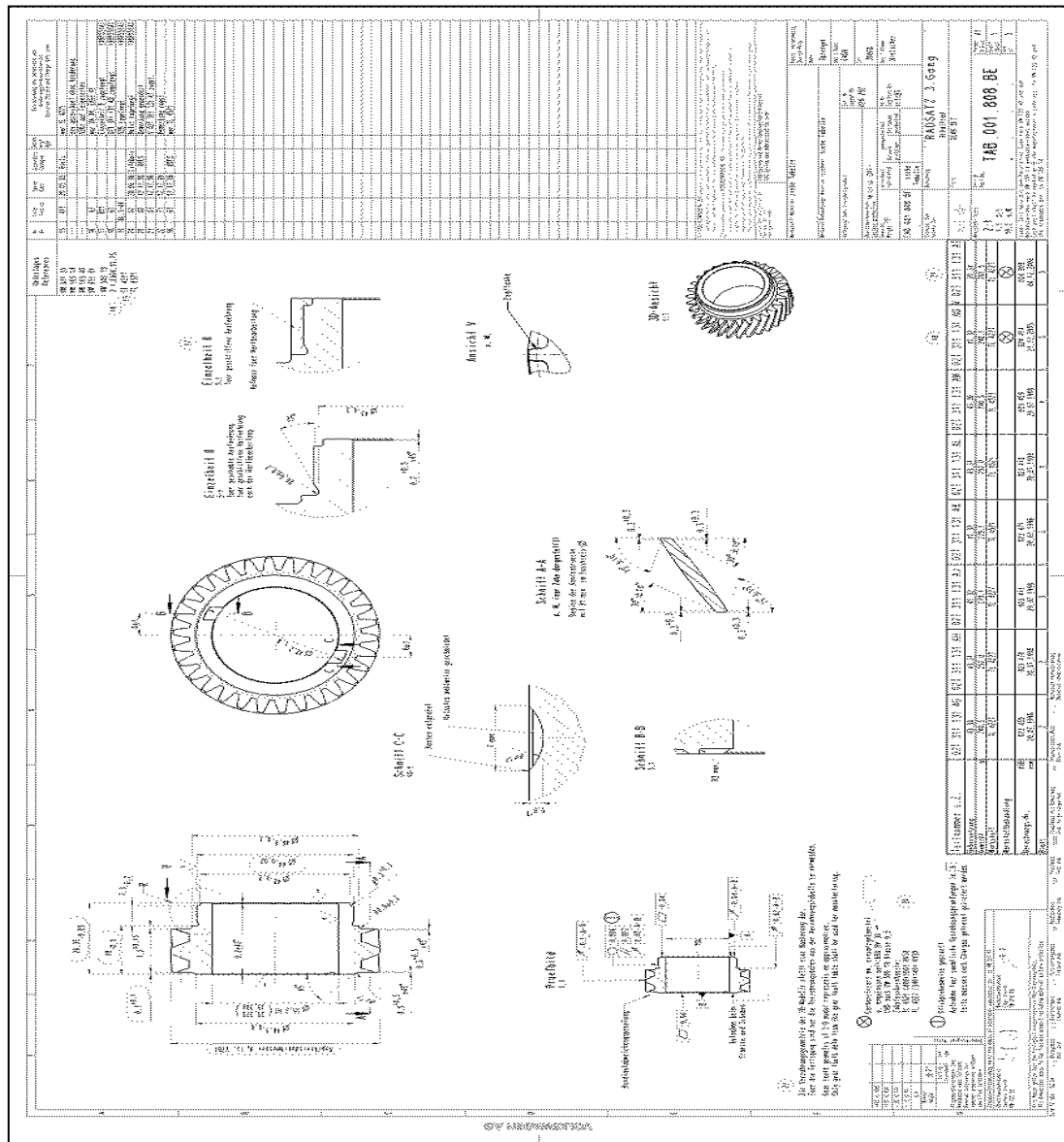
Graf 5.2 Opatření A - porovnání vytížení pracovníků před a po optimalizaci op. 130

Graf. 5.3 Opatření B - vytížení pracovníků před a po optimalizacích na op. 5 - 72

Graf. 6.1 Vytížení operátorů před a po provedených opatřeních

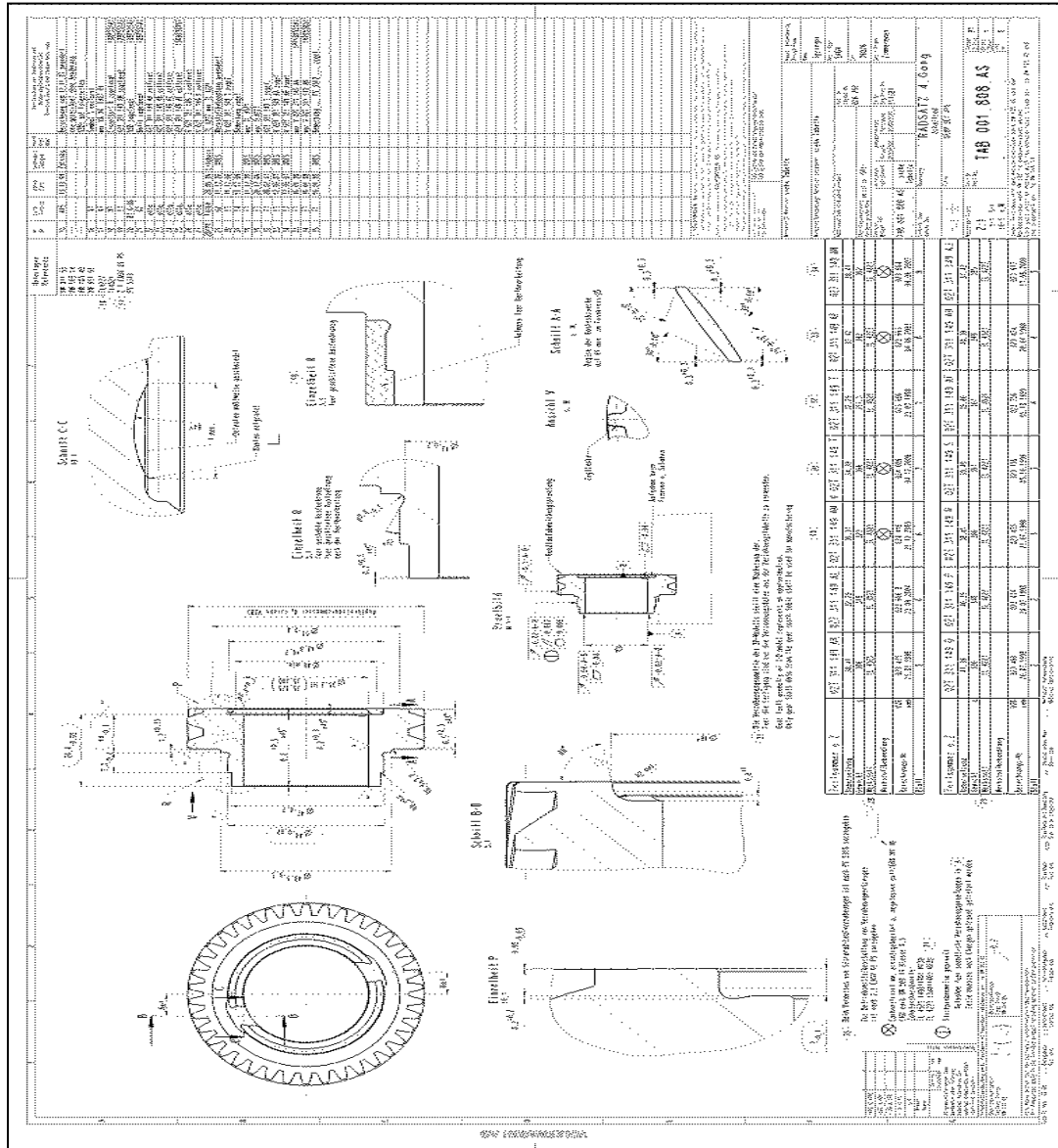
# Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

## Příloha 1 - Výkres kola 3. rychlostního stupně



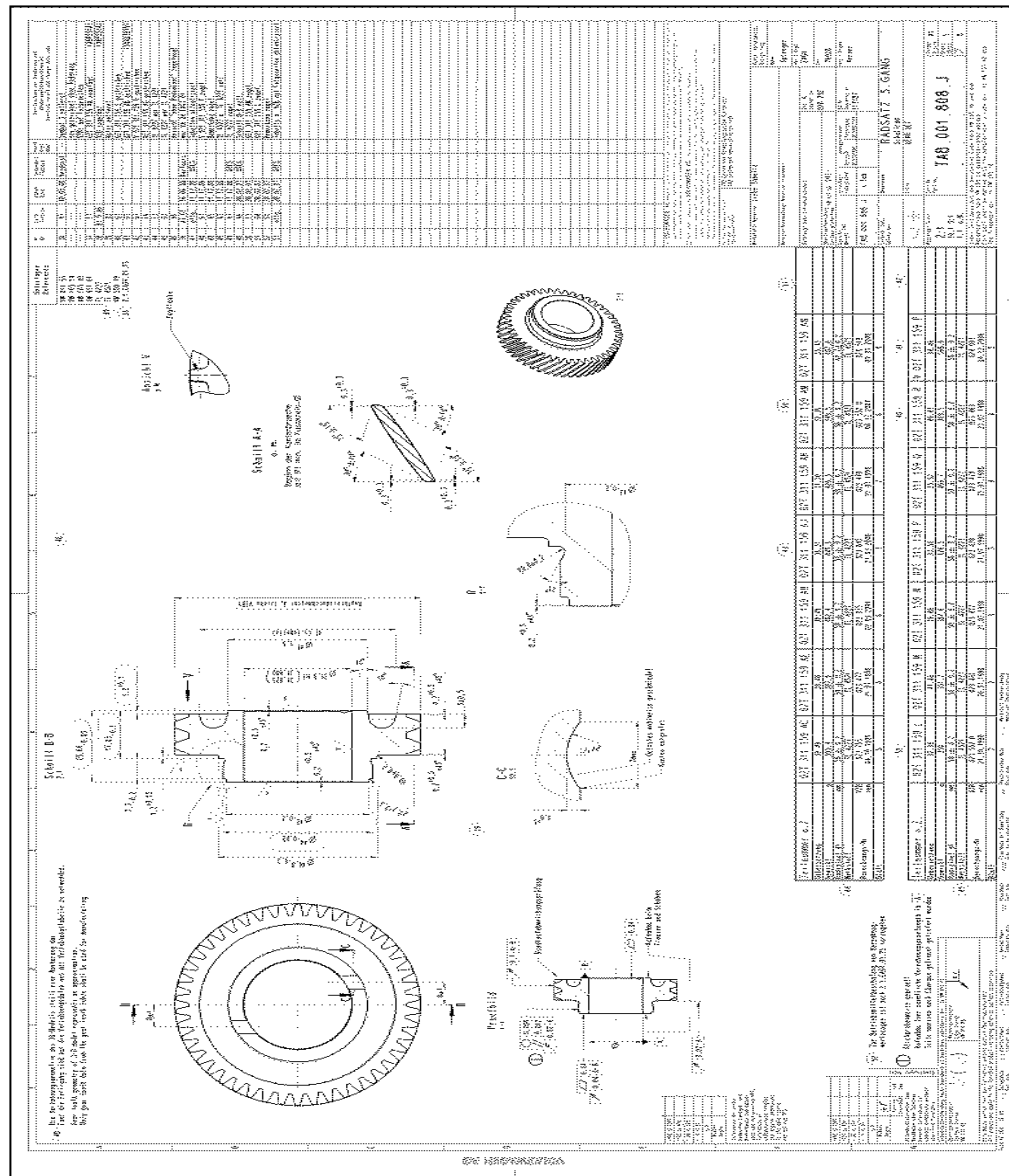
# Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

## Příloha 2 - Výkres kola 4. rychlostního stupně



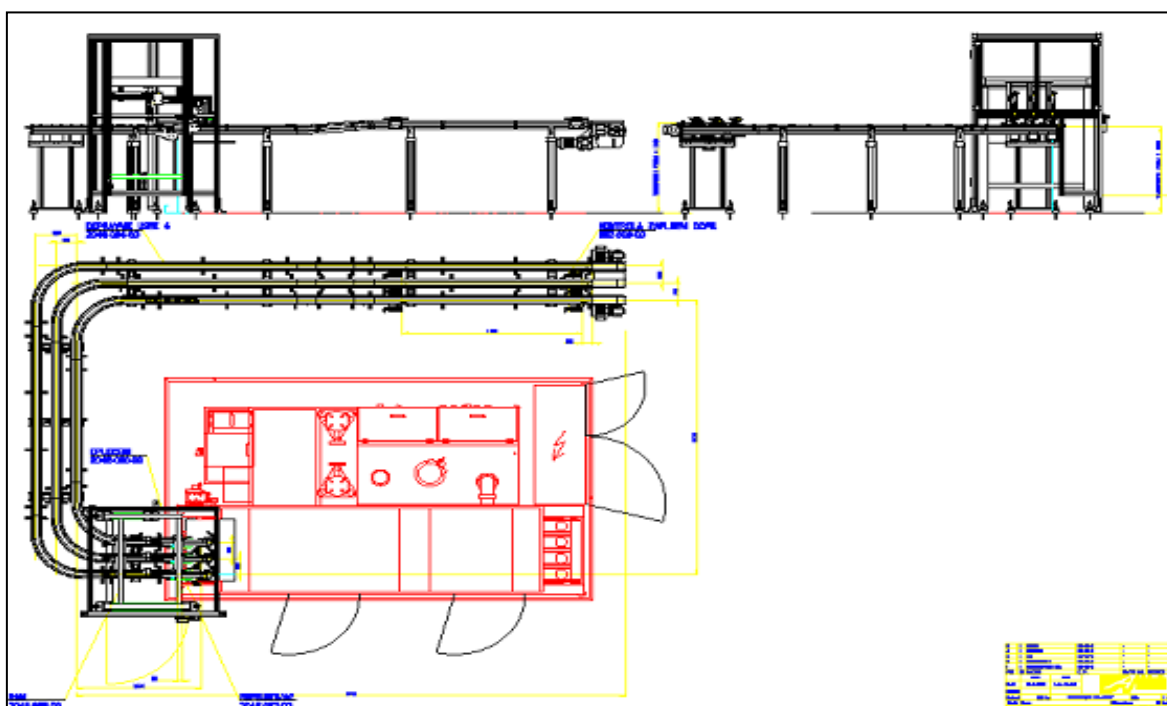
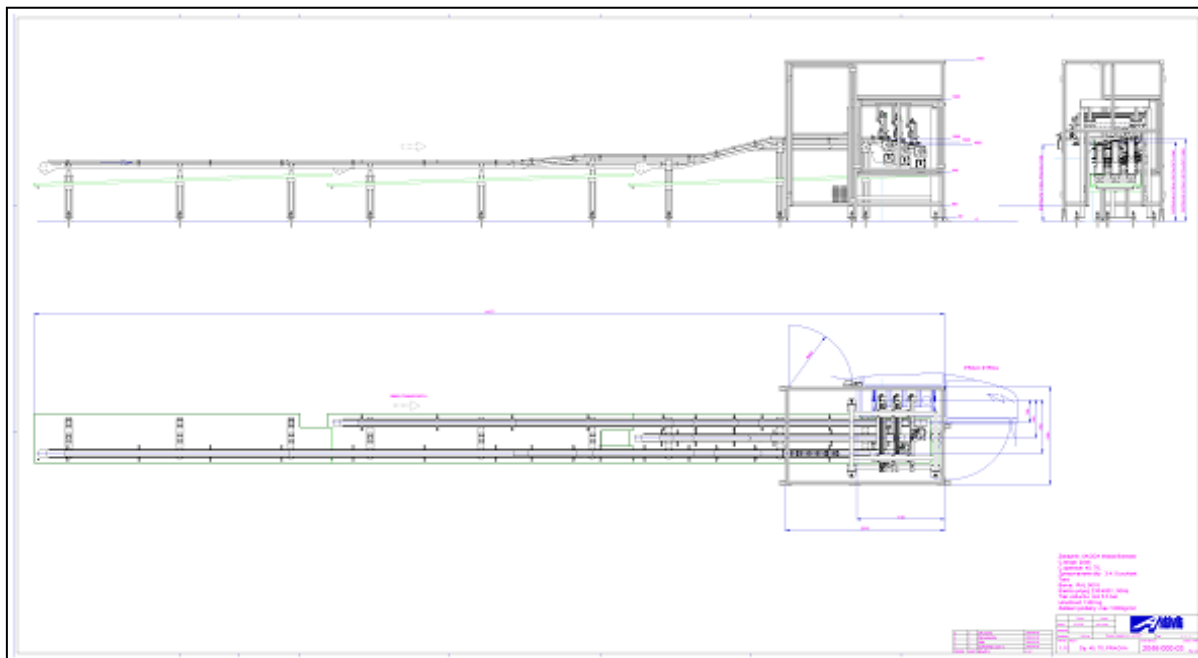
# Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

## Příloha 3 - Výkres kola 5. rychlostního stupně

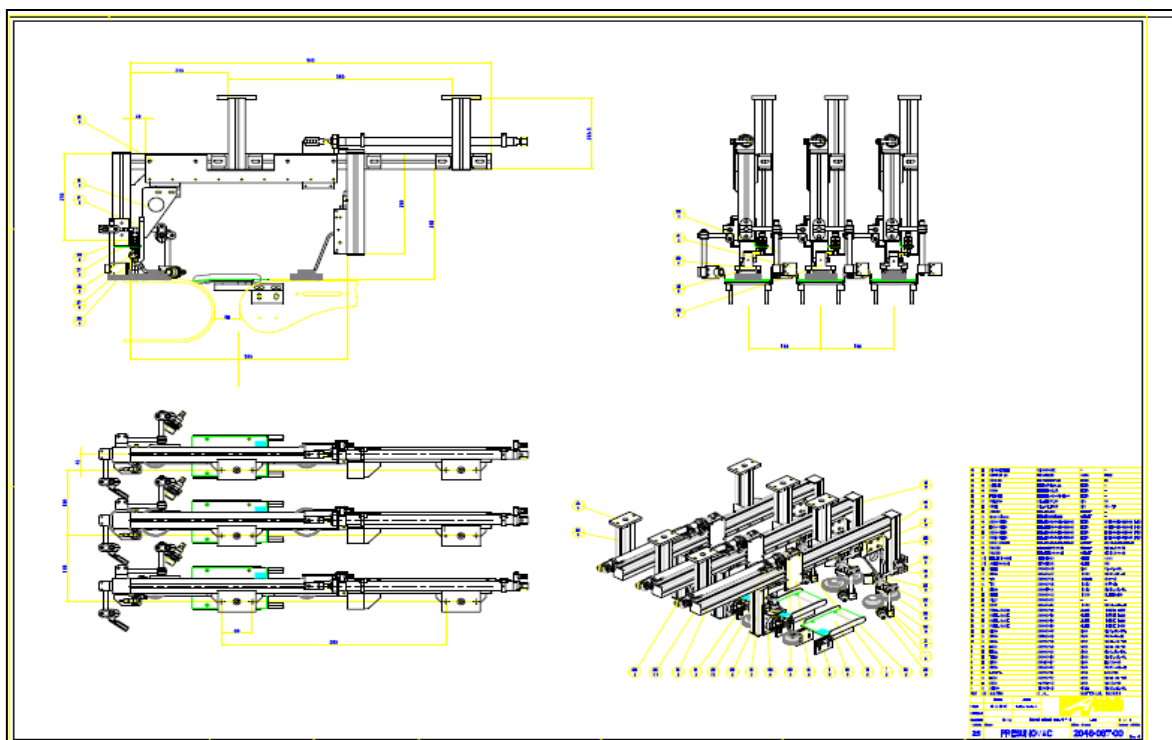
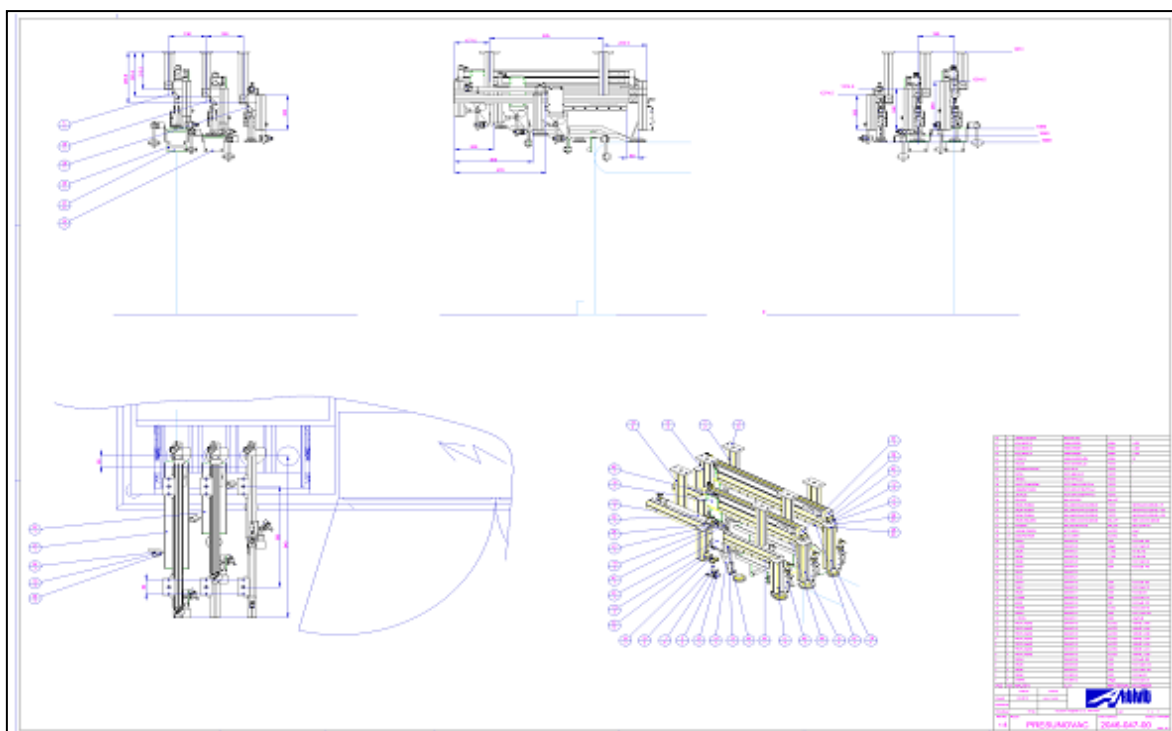


**Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav**

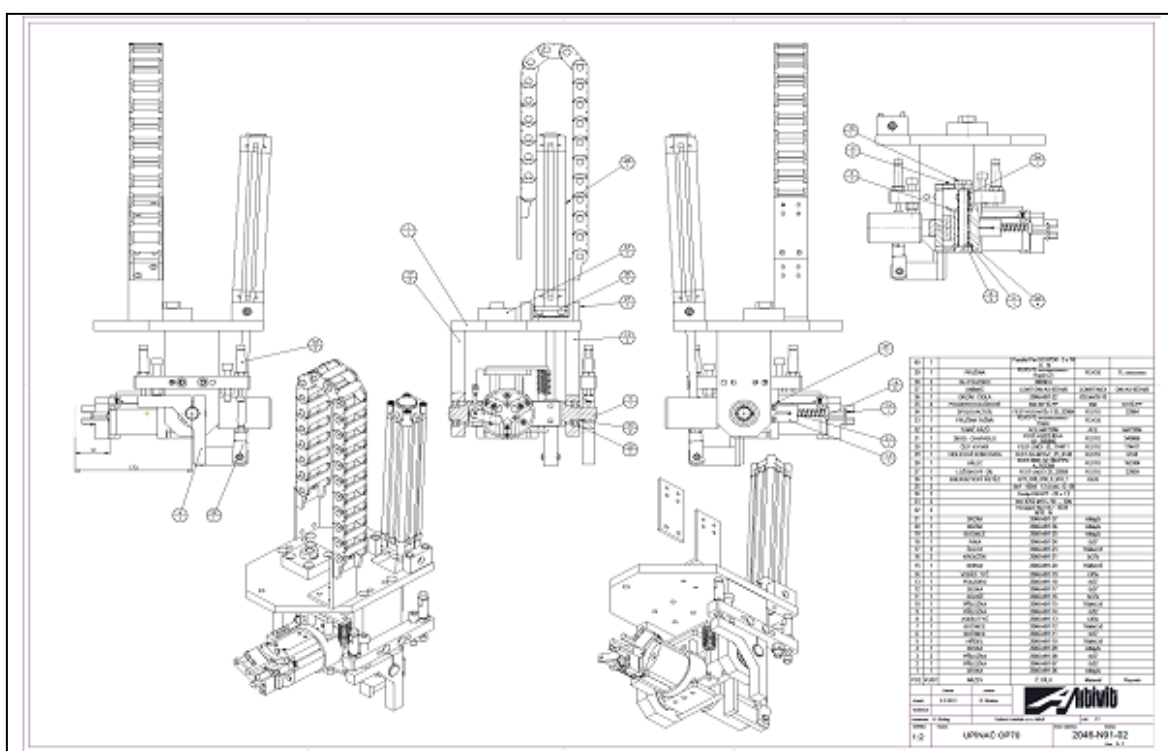
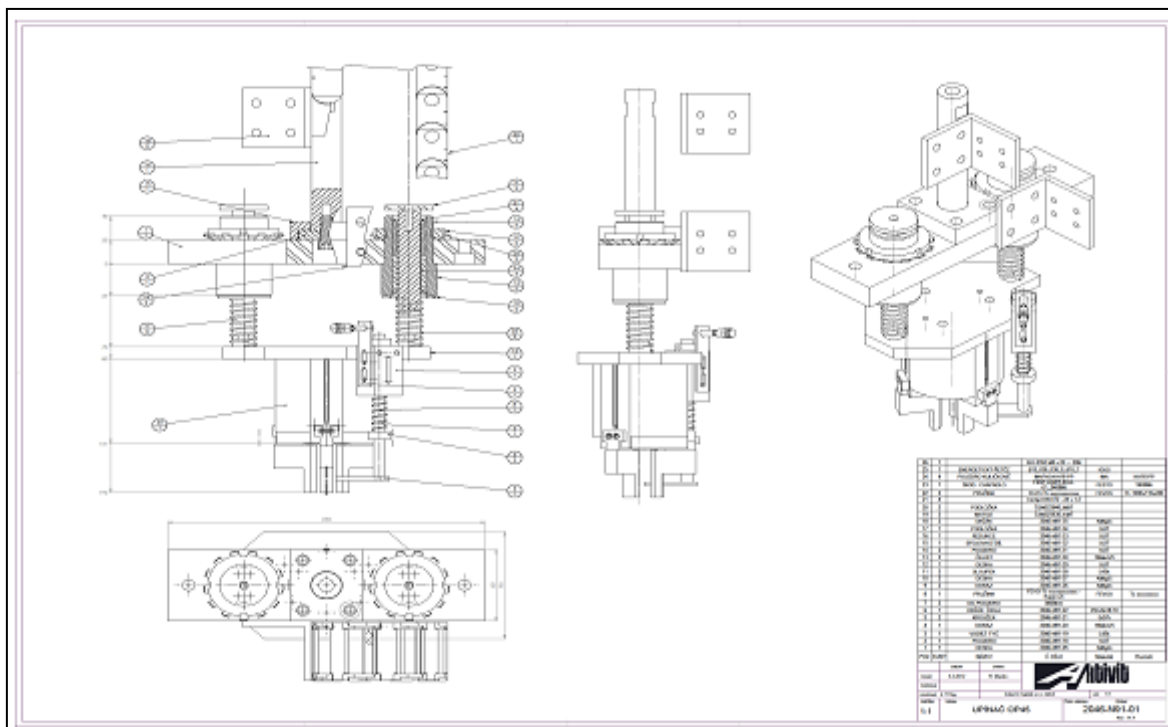
**Příloha 4 - Dopravníkový systém**



## Příloha 5 - Přesouvací stanice

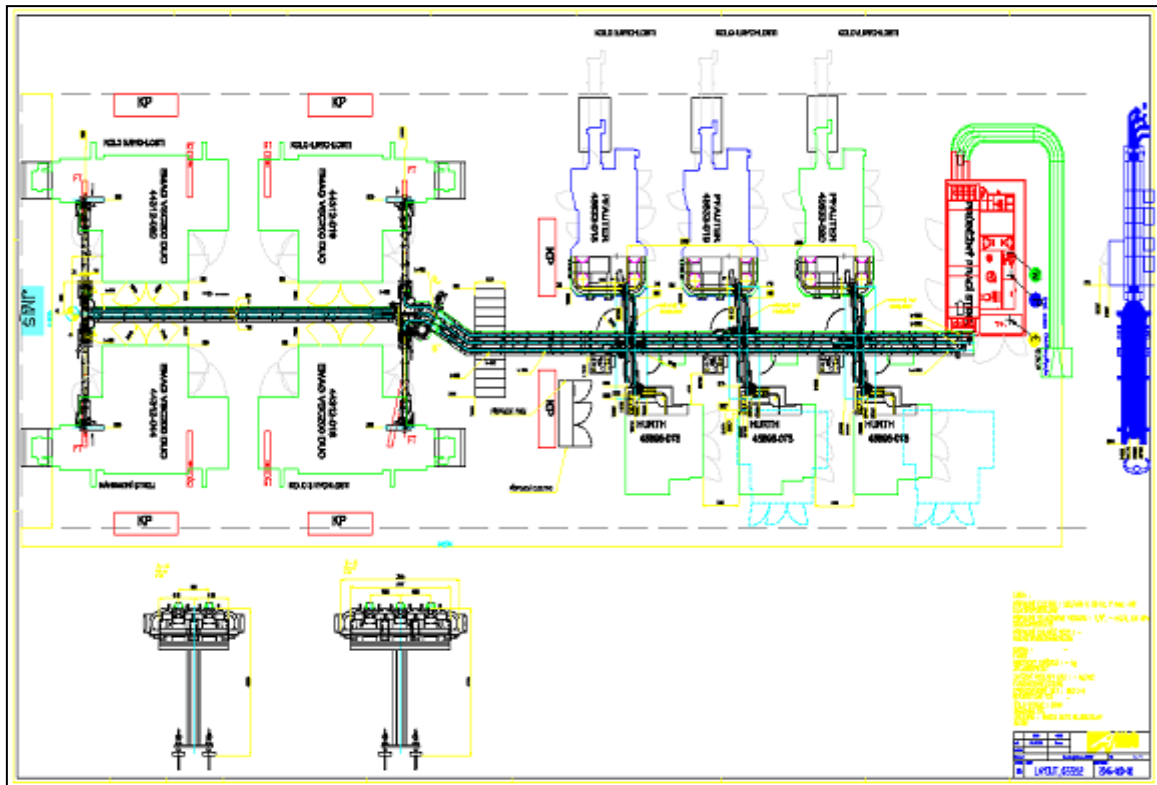


## Příloha 6 - Portálové překladače






## Příloha 7 - Nové rozmístění strojů, instalace dopravníků a překladačů



# Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

## Příloha 8 - Kontrolní plán operace ( KPO)



List č: 1 z 2

13.9.2012

**KONTROLNÍ PLÁN OPERACE**

POUŽÍVEJ KALIBROVANÁ MĚŘIDLA


UDRŽUJ MĚŘIDLA V ČISTOTĚ

KONTROLUJ ČISTÉ KUSY

četnost měření - počet kusů nebo náměrů po sobě jdoucích  
 interval - časový interval mezi jednotlivými měřeními, (v minutách)  
 platí pro - platí pro vypsané díly  
 seřízení kontrolního přístroje - při zahájení práce a před každým měřením (pokud není interval uveden u nastavovacího kusu)

záznam - způsob záznamu do kontrolních karet  
 0 ..... bez záznamu, A ..... atributivní znak (pevná měřidla),  
 V ..... variabilní znak (číselová měřidla), RK ..... regulační karta,  
 SPC ..... karta SPC, SK ..... sledovací karta dílu  
 Na pracovišti uchovávat 1. kus dle směrnice 15.VA.04

Číslo dílu : 02T 311 149 Q,P,R,S,AK,AJ			Číslo op. : 5		Středisko : 2143			
Č.ROZ	VÝROBCE	DŘUH	ROZMĚR	Četnost	INTERVAL	ZÁZNAM	PLATÍ PRO	POZNÁMKA
1	V-1 -16 - 8620 - 1	el.kontr.přístroj	Ø35,3 H7 (+ 0,025)	3	90	SPC	všechny typy	NM-kalibr
1	V-1 -16 - 8620 - 1	el.kontr.přístroj	Ø35,3 H7 (+ 0,025)	1	10	0	všechny typy	NM-kalibr
1	1-85-20326-4	nast.kus		1	90	0	všechny typy	
2	1-NM-80-1746	kontr.přístroj	Ø44 -0,02	1	10	0	všechny typy	
1	1-NM-85-1746	nast.kus		1	90	0	všechny typy	
3	V1-16-8659-1	kontr.přístroj	rozměr 26,42 -0,05	3	90	SPC	všechny typy	
3	V1-16-8659-1	kontr.přístroj	rozměr 26,42 -0,05	1	10	0	všechny typy	
4			21,2 -0,1					
5	V1-16-8659-1	kontr.přístroj	14,0 -0,1	1	90	0	všechny typy	
6			12,8 -0,25					
7			2,0 -0,02; -0,07					
8-7	1-85-20327-4	nast.kus		1	90	0	všechny typy	
8	1-NM-80-1746/Ø2T311149	kontr.přístroj	hlavový průměr kola 66,75 -0,15	1	90	0	149 Q	
8	1-NM-80-1746/Ø2T311149	kontr.přístroj	hlavový průměr kola 68,35 -0,15	1	90	0	149 P	
8	1-NM-80-1746/Ø2T311149	kontr.přístroj	hlavový průměr kola 71,45 -0,15	1	90	0	149 R,AK	
8	1-NM-80-1746/Ø2T311149	kontr.přístroj	hlavový průměr kola 70,04 -0,15	1	90	0	149 S	
8	1-NM-80-1746/Ø2T311149	kontr.přístroj	hlavový průměr kola 73,05 -0,15	1	90	0	149AJ	
1	1-NM-85-1748/Q	nast.kus		1	90	0	149 Q	
1	1-NM-85-1748/P	nast.kus		1	90	0	149 P	
1	1-NM-85-1748/R	nast.kus		1	90	0	149 R,AK	
1	1-NM-85-1748/S	nast.kus		1	90	0	149 S	
1	1-NM-85-1748/AJ	nast.kus		1	90	0	149AJ	
9			Ø 43,8 +0,2					
10			Ø 42 -0,2					
11		dlg.posuvka 150	hloubka mazači drážky 0,8 +1	1	90	0	všechny typy	
13,14		hrot.přístroj	axiál. házení levé čelní strany včene 0,015 max. axiál. házení pravé čelní strany včene 0,025 max.	1	dle pozn.	0	všechny typy	při změně typu
15,16		hrot.přístroj	radiální házení Ø 44 -0,02 max. 0,02					
13-16	1-94-18453-3	kužel	radiální házení hlavového průměru max. 0,05	1	dle pozn.	0	všechny typy	při změně typu
		kužel					všechny typy	
		uchylkom. (0,001)					všechny typy	



List č: 2 z 2

13.9.2012

**KONTROLNÍ PLÁN OPERACE**

POUŽÍVEJ KALIBROVANÁ MĚŘIDLA

UDRŽUJ MĚŘIDLA V ČISTOTĚ

KONTROLUJ ČISTÉ KUSY

četnost měření - počet kusů nebo náměrů po sobě jdoucích  
 interval - časový interval mezi jednotlivými měřeními, (v minutách)  
 platí pro - platí pro vypsané díly  
 seřízení kontrolního přístroje - při zahájení práce a před každým měřením (pokud není interval uveden u nastavovacího kusu)

záznam - způsob záznamu do kontrolních karet  
 0 ..... bez záznamu, A ..... atributivní znak (pevná měřidla),  
 V ..... variabilní znak (číselová měřidla), RK ..... regulační karta,  
 SPC ..... karta SPC, SK ..... sledovací karta dílu  
 Na pracovišti uchovávat 1. kus dle směrnice 15.VA.04

Číslo dílu : 02T 311 149 Q,P,R,S,AK,AJ			Číslo op. : 5		Středisko : 2143			
Č.ROZ	VÝROBCE	DŘUH	ROZMĚR	Četnost	INTERVAL	ZÁZNAM	PLATÍ PRO	POZNÁMKA
17		vizuálně	sražení levé čelní strany kola 0,2 +0,5x45° sražení u ozub. včene 0,5 +0,5x45° sražení vnitř. hrany u Ø 35,3H7 na 0,2 +0,5x45°	1	90	0	všechny typy	
18			drsnost pravé strany kóty 2,0 -0,1 Rz 6,3max.					
19			drsnost L a P str. na kotě 26,4 -0,05 Rz 6,3 max.					
20		drsnoměr	drsnost u Ø 44 -0,02 - Rz 6,3 max.	1	480	protokol	všechny typy	NM-TK
		Opton	rovinost levé a pravé str. nábojky max. 0,03	1	1x týdně	protokol	všechny typy	NM-TK
22			kruhovitost na Ø 44 -0,02 max. 0,006					
23		Kruhomer	rovnoběžnost na Ø 44 -0,02 max. 0,012	1	změna typu	protokol	všechny typy	TK
24		dlg.posuvka 150	rozměr mazači drážky 40 min. a Ø 46 +1	1	změna typu	0	všechny typy	
21,25		OPTIC LINE	Ø zápchů 43,0 - 0,2; Ø 48,3 -0,3	1	změna typu	protokol	všechny typy	
		Vizuálně	celkové provedení operace	každý kus				

# Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě Auto a.s., Mladá Boleslav

## Příloha 9 - Technologický postup

Vytvořil: Jaroš		Schválil: ing. Pavlů	
Číslo dílu: 02T311149Q		Název dílu: KOLO 4. RYCHLOSTI	
Číslo operace: 5J	Stř. oper.: 2143	Takt: 5	Číslo prof.: 660
Název operace: -			
PR-podmínka			
Krok: 0	Takt: 5		
Stroj: AluStroj		Název	
IMV, C, I 44 312 - 019		Inventurní číslo	
Je nový seřazený VSC 200 DDO			
Vertikální soustruh CNC - 2 vřetenový se zásobníkem a nakládacím			
Krok: 10	Takt: 5		
Test:			
<p>TZ: ve dvou upnutích - 1. předkovany prům. 44-0,02, leva strana na kote 26,40-0,05</p> <p>2. prům. D = 66,80-0,15 opracovány na prům. 66,75-0,15, prava strana na kote 2-0,1</p>			
C. programu: WKS.DIR\02T311149.WPD			
C. výkroku: R 02T 311 149Q			
Kolo vložit do zásobníku, automat. upnout a opracovat.			
<p>1. upnutí:</p> <p>Soustružit prům. D=66,80-0,15 s přídavkem 0,3; srazení hrany sprava 0,2+0,5x45 s ohledem na přídavek hotové. Soustružit pravou stranu oz. vence s přídavkem 0,3; pravou stranu na kote 26,40-0,05 s přídavkem 0,6. Srazit hranu u prům. 35,3 H7 0,2+0,5x45 s ohledem na přídavek hotové, hrubovat prům. 35,3 H7 na prům. 34,9 H8 (0/+0,039).</p> <p>Soustružit pravou stranu na kote 26,40-0,05 s přídavkem 0,3; pravou stranu oz. vence hotové. Soustružit prům. D=66,80-0,15 na prům. D=66,75-0,15 bez značícího zápichu dle prováděcího předpisu č.11/01/06. Dodržet odstup mezi pravou stranou nabejky a pravou stranou oz. vence 2,0-0,1 na 1,7-0,1.</p>			
<p>2. upnutí:</p> <p>Soustružit levou stranu oz. vence a levou stranu na kote 26,40-0,05 s přídavkem 0,3; srazit hranu 0,2+0,5x45 na prům. 35,3 H7 s ohledem na přídavek hotové. Soustružit prům. 42-0,2; prům. 44-0,02 a přilehlou čelní stranu s přídavkem 0,3. Soustružit zápich na prům. 44-0,02 dle det. R hotové. Srazit hranu 0,2+0,5x45 na prům. D=66,80-0,15 s ohledem na přídavek hotové. Soustružit levou stranu na kote 26,40-0,05 se srazením hrany 0,2+0,5x45; prům. 42-0,2; radius R 0,3+0,3; prům. 44-0,02; levou stranu koty 14,0-0,1; radius R 0,6+0,2 a levou stranu oz. vence hotové. Soustružit prům. 35,3 H7 (0/+0,025) a pravou čelní stranu</p>			
VÝROBNÍ POSTUP pro závod 31 a verzi 1		Platnost postupu od: 01.01.2004 Naposledy editováno: 15.07.2009 Strana: 2/2	
Číslo dílu: 02T311149Q		Název dílu: KOLO 4. RYCHLOSTI	
Číslo operace: 5J	Stř. oper.: 2143	Takt: 5	Číslo prof.: 660
Název operace: -			
PR-podmínka			
Krok: 10	Takt: 5		
na kote 26,40-0,05 hotové.			
Na základě ZL č.25/8512/2009 je na operaci zavedena dvoustrojová obsluha.			
KONTROLOVAT: Rozměry a četnost dle KPO.			

Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav

## Příloha 10 - Pozorovací list 1/2

Pozorovací list			
Datum	21.3.2012	Legenda činnosti Č - čekání MŘ - měření P - přecházení M - manipulace	
Čas	7-10 h		
Operace	5+10 h		
Náměr	1.		
Číslo formuláře	1.		
Strana formuláře	1/2		
Čas	Činnost	Čas	Činnost
0:00	H	63:50	H
0:48	MŘ	65:12	Č
2:35	Č	67:55	MŘ
4:43	H	69:17	P
6:56	Č	72:08	Č
7:08	MŘ	73:28	H
9:32	P	75:44	MŘ
11:45	H	76:15	P
14:15	Č	78:44	H
15:10	P	80:15	Č
17:25	MŘ	82:18	MŘ
17:55	Č	83:55	P
19:44	H	84:40	H
20:02	Č	86:30	P
24:05	MŘ	88:16	Č
26:33	H	92:17	H
29:35	P	95:16	MŘ
33:44	MŘ	96:45	H
33:50	Č	98:44	P
35:20	H	102:13	Č
37:10	Č	104:06	MŘ
38:13	H	107:55	P
41:11	MŘ	110:00	H
44:32	Č	112:20	P
46:35	H	113:53	H
51:53	P	114:24	MŘ
52:35	H	117:10	P
56:32	MŘ	122:10	Č
57:28	P	122:56	MŘ
59:44	H	123:55	Č
59:58	MŘ	127:08	H
61:25	Č	128:50	P

Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav

## Příloha 10 - Pozorovací list 2/2

Pozorovací list			
Datum	21.3.2012	Legenda činnosti Č - čekání MŘ - měření P - přecházení M - manipulace	
Čas	7-10h		
Operace	5+10		
Náměr	1.		
Číslo formuláře	1.		
Strana formuláře	1/2		
Čas	Činnost	Čas	Činnost
131: 20	M	179: 10	M
132: 3P	MŘ	180: 00	
135: 13	P		
136: 0P	Č		
138: 35	M		
139: 41	Č		
140: 0P	M		
142: 2P	P		
145: 26	MŘ		
148: 00	Č		
150: 33	P		
152: 10	M		
153: 55	P		
155: 02	MŘ		
157: 15	Č		
159: 15	P		
161: 0P	Č		
162: 12	M		
164: 25	Č		
165: 03	MŘ		
166: 55	P		
167: 30	M		
168: 35	Č		
170: 10	P		
170: 52	M		
172: 12	Č		
174: 30	P		
175: 31	MŘ		
175: 5P	Č		
176: 55	M		
178: 10	MŘ		
178: 40	Č		

Zefektivnění výroby ozubených kol 3-5 rychlosti pro převodovku MQ 200 ve Škodě  
Auto a.s., Mladá Boleslav

Příloha 11 - Převodovka MQ 200

